

**PENGARUH VOLUME AIR
PENCUCIAN TERHADAP
KUALITAS FISIKOKIMIA LILIN
DARI LEBAH *Apis cerana***

SKRIPSI

Oleh:

**Arina Fadhila
NIM. 165050109111038**

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Peternakan pada Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**



**PENGARUH VOLUME AIR
PENCUCIAN TERHADAP
KUALITAS FISIKOKIMIA LILIN
DARI LEBAH *Apis cerana***

SKRIPSI

Oleh:

Arina Fadhila

NIM. 165050109111038



**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**



**PENGARUH VOLUME AIR PENCUCIAN
TERHADAP KUALITAS FISIKOKIMIA LILIN DARI
LEBAH *Apis cerana***

SKRIPSI

Oleh :

Arina Fadhila
NIM. 165050109111038

Telah dinyatakan lulus dalam ujian Sarjana
Pada Hari/Tanggal : Jum'at/3 Agustus 2018

Pembimbing Utama:

Dr. Ir. Mustakim, MP

NIP. 195806041987031002

Dosen Penguji:

Prof. Dr. Ir. Mochammad Junus, MS

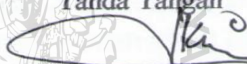
NIP. 195503021981031004

Firman Jaya, S. Pt, MP

NIP. 198203082010121001

Tanda Tangan

Tanggal



14/8/2018



10/8/2018



8/8 2018

Mengetahui:

Dekan Fakultas Peternakan

Universitas Brawijaya

Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Suyadi, MS

NIP. 19620403 198701 1 001

Tanggal : 14 Agustus 2018



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Pekalongan pada tanggal 3 Juli 1995 sebagai putri pertama Bapak Solikhin Dwi Ramtana dan Ibu Tanifah. Pendidikan formal yang ditempuh oleh penulis adalah SDIT Ulul Albab Kota Pekalongan lulus pada tahun 2007, SMP Negeri 06 di Kota Pekalongan lulus pada tahun 2010 dan SMA Negeri 3 di Kota Pekalongan lulus pada tahun 2013. Penulis melanjutkan pendidikan di Program Diploma jurusan Kesehatan Hewan Universitas Gadjah Mada, lulus pada tahun 2016. Kesempatan untuk melanjutkan ke Program Sarjana diperoleh pada tahun 2016 di Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.

Penulis pernah melaksanakan magang dan praktek kerja lapangan. Magang dilaksanakan di Klinik Hewan Jogja dan praktek kerja lapangan di Balai Besar Veteriner (BBVet) Wates, Balai Inseminasi Buatan (BIB) Ungaran, PT. Ciomas Adisatwa unit PIAT UGM, Eclipse Stud and Stable Boyolali, Rumah Potong Hewan (RPH) Giwangan Yogyakarta, CV. Adhi Farm Karanganyar dan UPTD BPBPTDK Sleman Yogyakarta.



KATA PENGANTAR

Dan Tuhanmu mewahyukan kepada lebah: Buatlah sarang-sarang di bukit-bukit, di pohon-pohon kayu dan di tempat-tempat yang dibikin manusia, kemudian makanlah dari tiap-tiap (macam) buah-buahan dan tempuhlah jalan Tuhanmu yang telah dimudahkan (bagimu). Dari perut lebah itu keluar minuman (madu) yang bermacam-macam warnanya, didalamnya terdapat obat yang menyembuhkan bagi manusia. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Tuhan) bagi orang-orang yang memikirkannya". (QS. An-Nahl: 68-69)

Robbana lakal hamdu, Tuhan semesta gerakan yang menundukkan hati-hati yang angkuh, Allah SWT. Rasulnya yang seorang Muharrik tidak kenal lelah dalam dakwah. Semoga kami termasuk pengikutmu Yang Mulia Muhammad SAW. Alhamdulillah penyusunan Skripsi yang berjudul **"Pengaruh Volume Air Pencucian Terhadap Fisikokimia Lilin Dari Lebah *Apis cerana*"** dapat selesai dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Peternakan, Universitas Brawijaya, Malang.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini tidak akan dapat selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Orangtua dan keluarga besar yang selalu memberikan dukungan atas segala do'a, semangat, kasih sayang, bantuan moral dan materi
2. Dr. Ir. Mustakim, MP, selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan

- pengarahan, koreksi, saran serta bimbingan selama penulisan skripsi ini
3. Prof. Dr. Ir. Mochammad Junus, MS dan Firman Jaya, S.Pt, MP selaku dosen penguji
 4. Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Suyadi, MS, selaku Dekan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya yang berjasa dalam kebijakan tertinggi untuk pendidikan di Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya
 5. Dr. Agus Susilo, S.Pt, MP, selaku Ketua Program Studi Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya yang telah membantu kelancaran proses studi
 6. Dr. Ir. Sri Minarti, MP, selaku Ketua Jurusan Peternakan yang telah banyak membantu dalam proses kelancaran proses studi
 7. Dr. Ir. Mustakim, MP, selaku Ketua Peminatan Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya yang telah membantu penulis dalam kelancaran pengajuan proses penelitian
 8. Kak Rizqi Amaliyah Hafiz, Kak Leony Widya Astuti serta orang-orang spesial dan teman-teman yang selalu memberi dukungan dan semangat

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan membantu dalam mengembangkan ilmu pengetahuan penulis khususnya dan para pembaca pada umumnya.

Malang, Agustus 2018

Penulis

EFFECT OF VOLUME OF WASHING WATER ON PHYSICOCHEMICAL QUALITY OF BEESWAX FROM *Apis cerana*

Arina Fadhila¹⁾ and Mustakim²⁾

¹⁾ Student of Animal Science Faculty, Brawijaya University

²⁾ Lecturer of Animal Science Faculty, Brawijaya University

Email: arinafdh1@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of research was to determine the effect of volume of washing water on physicochemical quality of beeswax from *Apis cerana* which includes rendement, texture, wax burn ability, moisture content and fat content. The research was conducted from April 10th until Juni 25th 2018. Material that used were *Apis cerana* beeswax, water for analysis. Method of this research was experimental method by used Completely Randomized Design with 4 treatments and 4 replications. Data analysis was used analysis of variance (ANOVA) method and followed by Duncan's Multiple Range Test if there was significant effect. The experiment, used different water volumes and four replications in each treatments were (200 g hive + 200 ml water volume), (200 g hive + 400 ml water volume), (200 g hive + 600 ml water volume), (200 g hive + 800 ml water volume). The results showed that the influence of water volume in beeswax significantly influenced the wax burn time and fat content but treatments did not significantly influenced rendement, texture, and moisture

content. The best treatments of the using 200 g hive and 800 ml water volume.

Keywords: *Apis cerana*, beeswax, fat content, moisture content, rendement, texture, wax burn time.



PENGARUH VOLUME AIR PENCUCIAN TERHADAP KUALITAS FISIKOKIMIA LILIN DARI LEBAH *Apis cerana*

Arina Fadhila¹⁾ dan Mustakim²⁾

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

²⁾ Dosen Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

Email: arinafadhila@gmail.com

RINGKASAN

Lilin lebah adalah salah satu hasil produksi dari lebah madu yang memiliki banyak kegunaan di bidang industri. Lilin dihasilkan oleh lebah madu pekerja yang berumur 12 hari pada saat kelenjar lilin dibagian abdomen mulai berkembang. Lilin lebah murni didapat dari sarang lebah yang telah diolah. Sarang lebah berfungsi sebagai tempat penyimpanan madu, pollen, royal jelly, larva dan sebagai tempat tinggal untuk koloni lebah madu. Pengaruh volume air pencucian dimungkinkan dapat mempengaruhi kualitas fisikokimia lilin dari lebah *Apis cerana*.

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 10 April sampai 25 Juni 2018. Pengujian rendemen, tekstur, waktu bakar dan kadar air dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Islam Malang. Pengujian kadar lemak dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Materi penelitian ini adalah lilin lebah yang didapatkan dari sarang lebah *Apis cerana* yang diambil dari Peternakan Lebah Kembang Joyo, Karangploso Kabupaten Malang. Metode penelitian yang digunakan adalah metode

percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian menggunakan 4 perlakuan dengan 4 ulangan. Perlakuan yang diberikan terdiri P1 (sarang lebah 200 gram + air 200 ml), P2 (sarang lebah 200 gram + air 400 ml), P3 (sarang lebah 200 gram + air 600 ml), P4 (sarang lebah 200 gram + 800 ml). Variabel yang diukur adalah rendemen, tekstur, waktu bakar, kadar air dan kadar lemak. Data dianalisis dengan analisis ragam (*analysis of variance*/ANOVA) dan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan.

Hasil penelitian terhadap fisikokimia lilin lebah dari nilai tertinggi hingga terendah antara lain: nilai rendemen lilin lebah dari nilai tertinggi hingga terendah yaitu P3 15,25%; P4 14,875%; P2 12,875% dan P1 9,125%, nilai tekstur lilin lebah dari nilai yang keras hingga sedang P3 2,38; P4 2,4; P1 2,85 dan P2 2,93, nilai waktu bakar lilin lebah dari nilai tertinggi hingga terendah P4 11,89 menit/cm³; P3 10,72 menit/cm³; P2 2,59 menit/cm³ dan P1 4,39 menit/cm³, nilai kadar air lilin lebah dari nilai yang terendah hingga nilai tertinggi P4 47,13%, P3 48,5%, P2 49,25% dan P1 64%, nilai kadar lemak lilin lebah dari nilai tertinggi hingga terendah P4 92%, P3 88,75%, P2 87,75% dan P1 87%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh masing-masing perlakuan terhadap rendemen, tekstur dan kadar air tidak berbeda nyata ($P>0,05$), terhadap kadar lemak menunjukkan adanya perbedaan nyata ($P<0,05$), terhadap waktu bakar menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P<0,01$).

Dapat disimpulkan bahwa volume pencucian air tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap rendemen, tekstur dan kadar air namun memberikan

perbedaan nyata terhadap waktu bakar dan kadar lemak. Perlakuan terbaik menggunakan 200 gram sarang dan 800 ml air.





DAFTAR ISI

Isi	Halaman
RIWAYAT HIDUP	i
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRACT.....	v
RINGKASAN.....	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR SINGKATAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Kegunaan Penelitian	4
1.5 Kerangka Pikir.....	4
1.6 Hipotesis	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Lebah <i>Apis cerana</i>	9
2.2 Sarang Lebah	13
2.3 Lilin lebah.....	16
2.4 Pengertian lilin lebah	16
2.5 Sifat fisik dan kimia lilin lebah.....	18
2.6 Pengaruh lingkungan terhadap lilin	21
2.7 Kegunaan lilin lebah	24
2.8 Metode pencucian air mendidih.....	26
2.8.1 Metode pencucian	26
2.8.2 Air	27

2.9	Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas lilin lebah.....	28
2.9.1	Rendemen.....	28
2.9.2	Tekstur.....	28
2.9.3	Waktu bakar	29
2.9.4	Kadar Air.....	29
2.9.5	Kadar Lemak.....	30

BAB III MATERI DAN METODE

3. 1	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	31
3. 2	Materi Penelitian	31
3. 3	Metode Penelitian.....	31
3. 4	Prosedur Penelitian.....	32
3. 5	Variabel Pengamatan.....	36
3. 6	Analisis Data	37
3. 7	Batasan Istilah	38

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Rendemen.....	41
4.2	Tekstur.....	44
4.3	Waktu bakar	46
4.4	Kadar Air.....	49
4.5	Kadar Lemak.....	51

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran.....	53

DAFTAR PUSTAKA.....	55
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	63
----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi kimia penyusun lilin lebah	19
2. Sifat fisik dan kimia lilin lebah	21
3. Analisis ragam.....	37
4. Uji Jarak Berganda Duncan	38
5. Hasil analisis uji rendemen lilin lebah	41
6. Hasil analisis uji tekstur lilin lebah	44
7. Hasil analisis uji waktu bakar lilin lebah	46
8. Hasil analisis uji kadar air lilin lebah	49
9. Hasil analisis uji kadar lemak lilin lebah	51





DAFTAR GAMBAR

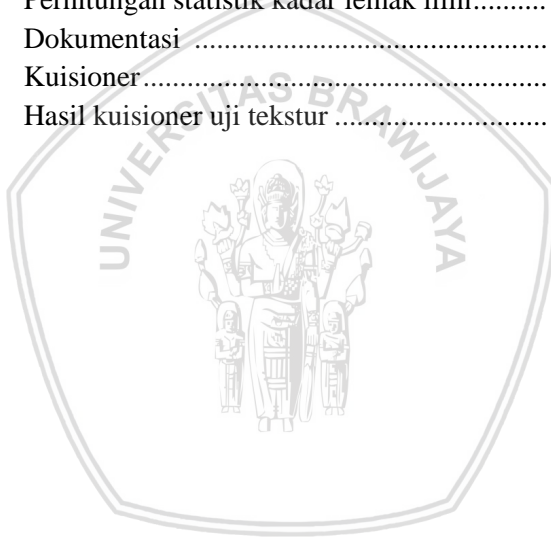
Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir.....	7
2. <i>Apis cerana</i>	10
3. Sarang lebah <i>Apis cerana</i>	12
4. Bingkai model Langstroth.....	14
5. Prosedur penelitian.....	35





DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Prosedur pengujian.....	63
2. Perhitungan statistik rendemen lilin.....	66
3. Perhitungan statistik tekstur lilin.....	68
4. Perhitungan statistik waktu bakar lilin.....	70
5. Perhitungan statistik kadar air lilin.....	73
6. Perhitungan statistik kadar lemak lilin.....	75
7. Dokumentasi	78
8. Kuisisioner	80
9. Hasil kuisisioner uji tekstur	82





DAFTAR SINGKATAN

ANOVA	: <i>Analysis of variance</i>
cm	: centi meter
dkk	: dan kawan-kawan
<i>et al</i>	: et alli
FK	: Faktor Koreksi
g	: gram
kg	: kilo gram
JK	: Jumlah Kuadrat
JND	: Jarak Nyata Duncan
JNT	: Jarak Nyata Terkecil
ml	: mili liter





BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejak tahun 1960-an produksi lebah madu berhasil diketahui memiliki kandungan berbagai jenis zat aktif serta khasiatnya dan telah diproduksi menjadi makanan, kosmetik dan obat untuk dipergunakan dalam sistem pengobatan baru yang disebut *apitheraphy*. Bahkan diberbagai belahan dunia, kemajuan pengelolaan dan pemanfaatan lebah madu serta hasil-hasilnya dikaitkan dengan tingkat kemajuan teknologi, ekonomi, lingkungan suatu negara.

Menurut Sarwono (2007) lebah dibedakan menjadi tiga famili yaitu *Bombidae* (lebah biasa) yang menghasilkan sedikit madu, *Meliponidae* (lebah madu tanpa sengat) yang menghasilkan madu dengan jumlah sedikit dan *Apidae* (lebah madu) adalah lebah penghasil madu. *Genus Apis* merupakan *genus* yang menghasilkan madu dan lilin paling banyak. Menurut Mashudi dkk (1988) menambahkan bahwa lebah madu yang dikenal di Indonesia adalah *Apis mellifera*, *Apis cerana*, *Apis dorsata*, *Trigona sp.* *Apis cerana* adalah jenis serangga sosial yang hidup bersama kolonialnya. Setiap satu koloni lebah madu (*Apis cerana*), terdapat seekor lebah ratu, lebah jantan dan lebah pekerja. Lebah madu adalah jenis lebah yang dapat menghasilkan madu, *bee bread*, propolis, *royal jelly*, lilin lebah, racun lebah, larva, ratu lebah. Lebah madu juga membantu proses penyerbukan bunga.

Lilin lebah merupakan hasil dari metabolisme tubuh dengan proses kimiawi, dibutuhkan ± 10 kg madu untuk menghasilkan 1 kg lilin. Lilin lebah dihasilkan oleh lebah pekerja umur 12 hari atau lebih pada saat kelenjar lilin lebah pekerja yang berada di segmen ke-4 dan ke-7 dipermukaan bawa abdomen mulai berkembang. Lilin lebah dihasilkan oleh lebah madu yang memakan madu dan tepung sari kemudian diolah didalam kelenjar lilin dan dikeluarkan menjadi cairann lilin yang siap menjadi bahan pondasi untuk membantuk sarang. Lilin lebah dapat diambil dari sarang lebah yang sudah diolah.

Di Indonesia, masyarakat lebih mengenal produk lebah madu seperti madu, pollen dan *royal jelly* dibandingkan dengan lilin lebah yang merupakan produk lebah madu yang memiliki banyak manfaat. Seiring dengan peningkatan kesadaran masyarakat dalam pemanfaatan bahan alami dan didahului dengan penelitian manfaat, lilin lebah mulai digunakan dalam industri kosmetika, teknologi, pangan dan farmasi untuk menunjang kehidupan manusia. Lilin aroma terapi, *lipstick*, *biodiesel*, *edible film* dan produk berbahan lilin lebah lainnya merupakan contoh pemanfaatan produk dari lebah ini.

Kualitas lilin lebah sebagai bahan baku dipengaruhi oleh metode pengolahannya. Pengolahan lilin lebah dapat dilakukan dengan metode pencairan menggunakan air panas, uap, tenaga listrik dan tenaga surya dan metode kimia (Bogdanov, 2016). Peternak lebah madu di Indonesia umumnya menggunakan metode pencairan dengan air mendidih, metode ini merupakan metode sederhana dan mudah dilakukan. Air berfungsi untuk memisahkan lilin

dan kotoran yang berasal dari sarang sehingga lilin akan mengapung ke atas dan kotoran akan berada di bawah.

Air memiliki sifat kimia dan fisika yang dapat mempengaruhi sel, organisme dan merupakan media sebagian besar reaksi biokimia maka penggunaan air dalam proses pengolahan lilin lebah bisa mempengaruhi kualitas dari lilin lebah. Memperhatikan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian pengaruh volume penggunaan air terhadap kualitas fisiokimia lilin dari lebah *Apis cerana* dalam proses pengolahan lilin lebah.

1.2 Rumusan Masalah

1. Pemanfaatan sarang lebah hingga sampai saat ini belum digunakan secara optimal. Penyebab utama dikarenakan kurangnya pengetahuan masyarakat untuk mendapatkan lilin dari sarang lebah.
2. Salah satu cara untuk mendapatkan lilin lebah adalah menggunakan air untuk memisahkan lilin dari sarang. Air adalah bahan pengencer yang mudah didapatkan. Air dapat memisahkan lilin dari sarang dikarenakan sifat lilin yang tidak dapat larut dengan air.
3. Volume air pencucian yang digunakan menjadi hal yang sangat penting untuk mendapatkan lilin dan mempengaruhi kualitas fisikokimia lilin lebah. Sampai saat ini belum pernah dilakukan penelitian terkait

pengaruh volume air pencucian terhadap kualitas fisikokimia lilin dari lebah *Apis cerana*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Pengaruh volume air pencucian terhadap kualitas fisikokimia lilin dari lebah *Apis cerana* ditinjau dari rendemen, tekstur, waktu bakar, kadar air dan kadar lemak.
2. Jumlah volume air yang optimal.

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian ini adalah untuk mendapatkan:

1. Lilin lebah *Apis cerana* yang murni dan bersih
2. Nilai kualitas fisikokimia lilin lebah *Apis cerana* murni dari sarangnya.

1.5 Kerangka Pikir

Lebah madu adalah serangga sosial yang hidup secara berkoloni. Setiap koloni lebah madu terdapat 3 jenis lebah berdasarkan tugasnya yaitu lebah ratu, lebah pejantan dan lebah pekerja. Lebah ratu memiliki tubuh yang besar, tubuh lebah pejantan lebih kecil dari lebah ratu dan lebah pekerja memiliki ukuran tubuh kecil. Setiap kasta lebah mempunyai tugas masing-masing. Lebah madu adalah lebah yang sudah dibudidayakan di Indonesia.

Lebah madu menghasilkan banyak produk alami seperti madu, propolis, bee bread, *royal jelly*, lilin, larva,

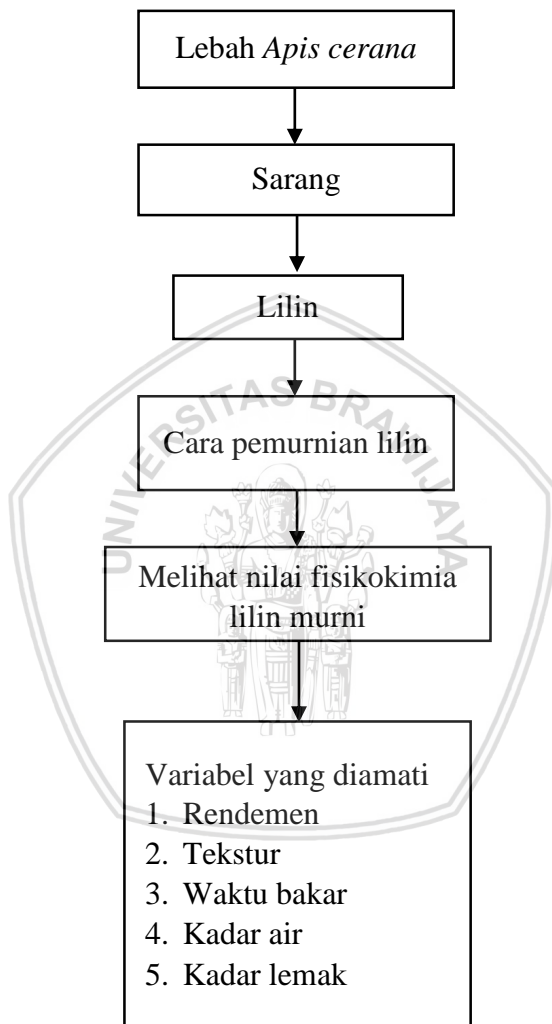
ratu, racun. Lebah madu yang dikenal di Indonesia adalah *Apis mellifera*, *Apis cerana*, *Trigona sp.* *Apis cerana* adalah lebah madu endemik yang berada di Asia dengan 6 subspecies yang berbeda-beda secara morfologi. *Apis cerana* mempunyai ukuran tubuh lebih kecil dibandingkan *Apis mellifera*.

Produk dari lebah madu sangat berguna untuk industri masa sekarang. Industri makanan, kosmetik, obat-obatan, teknologi adalah contoh industri yang memanfaatkan salah satu produk lebah madu yaitu lilin. Lilin lebah berasal dari kelenjar lilin yang berada di abdomen lebah madu. Kelenjar lilin mulai ada pada lebah madu usia 12 sampai 18 hari. Namun, masih banyak peternak lebah madu yang tidak mengolah sarang lebah untuk dijadikan lilin. Biasanya, pemanfaatan sarang lebah hanya digunakan kembali menjadi sarang produksi lebah atau dijual bersamaan dengan madu, tidak diolah menjadi lilin.

Menurut Yadeta (2014) dalam penelitiannya menyatakan bahwa lilin lebah yang diolah dengan menggunakan metode yang berbeda akan menghasilkan persentase yang berbeda. Metode air mendidih menghasilkan lilin sebesar 49,6% sedangkan metode sinar matahari menghasilkan lilin sebesar 26,4%. Persentase rata-rata lilin lebah murni yang dihasilkan dari sarang lebah adalah 73,6%. Metode pencairan dengan air mendidih adalah metode untuk mendapatkan lilin lebah yang sangat mudah karena bahan pengencer yang diperlukan adalah air. Air yang digunakan 1:1. Air adalah media sebagian besar reaksi biokimia sehingga pada penelitian ini menggunakan metode pencairan air mendidih untuk pencucian sarang.

Penelitian utama meliputi pengujian rendemen, tekstur, waktu bakar, kadar air dan kadar lemak dari lilin lebah *Apis cerana*. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi bahan diskusi untuk penelitian lebih lanjut dan sebagai gambaran untuk modal usaha di awal.





Gambar 1. Kerangka Pikir

1.6 Hipotesis

Penggunaan volume air pencucian yang semakin banyak dapat meningkatkan kualitas fisikokimia lilin *Apis cerana*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lebah *Apis cerana*

Lebah madu sudah dikenal sejak jaman nenek moyang kita sebagai penghasil madu. Lebah madu dapat hidup di atap-atap rumah, pepohonan ataupun dilingkungan pertanian. Seiring berkembangnya jaman, mulai dibuat stup-stup untuk beternak lebah madu (Apiari Pramuka, 2003). Lebah madu tersebar di benua Eropa, Afrika dan Asia (Sumoprostowo dan Suprpto, 1980). Perkembangan lebah madu di Indonesia sangat tertinggal jauh dibandingkan dengan negara lain seperti Australia, Rumania, Jerman, Mexico, Jepang dan Cina. Hal ini terjadi karena dunia perlebahuan tidak mendapatkan perhatian lebih dari pemerintah, perguruan tinggi atau instansi terkait (Apiari Pramuka, 2003)

Lebah madu adalah serangga sosial yang hidup bersama dengan koloninya. Dalam satu koloni terdapat 3 jenis lebah madu berdasarkan tugas yang dilakukan yaitu; 1. Lebah ratu, 2. Lebah pejantan, 3. Lebah pekerja. Taksonomi dari lebah madu *Apis cerana* menurut Sarwono (2007) adalah sebagai berikut:

Phylum	: <i>Arthropoda</i>
Subphyllum	: <i>Mandibulata</i>
Class	: <i>Insecta</i>
Subclass	: <i>Pterygota</i>
Ordo	: <i>Hymenoptera</i>
Subordo	: <i>Clistogastra</i>
Superfamili	: <i>Apoidea</i>
Famili	: 1. <i>Bombidae</i> (lebah biasa)

: 2. *Meliponidae* (lebah madu tanpasengat)
: 3. *Apidae* (lebah madu)
Genus : *Apis*
Spesies : *Apis cerana*



Gambar 2. *Apis cerana*
Sumber: Anonim³, (2018)

Menurut Koetz (2013) Ada sembilan spesies lebah madu *Apis* yang diakui saat ini di seluruh dunia, delapan di antaranya berasal dari Asia. *Apis mellifera* adalah satu-satunya spesies lebah madu *Apis* di luar Asia. Di antara spesies lebah madu Asia, *Apis cerana* adalah lebah madu berukuran sedang lebih kecil daripada lebah madu Asia raksasa, *Apis dorsata* dan *Apis laboriosa* tetapi lebih besar dari lebah madu Asia, *Apis florea* dan *Apis andreniformes*. *Apis cerana* adalah yang terkecil dari empat sarang lebah Asia yang bersarang-rongga termasuk *Apis koschevnikovi*, *Apis nuluensis*, *Apis nigrocincta* dan *Apis cerana*.

Apis cerana adalah jenis lebah madu endemik yang berada di Asia dengan 6 subspecies yang berbeda secara morfologi. *Apis cerana* didistribusikan sepanjang wilayah Asia dan sudah dibudidayakan selama ribuan tahun di Asia.

Apis cerana memiliki kemiripan dengan *Apis mellifera* namun beberapa karakteristik biologis terlihat berbeda seperti pada lebah pekerja *Apis cerana* membentuk ventilasi sarang mereka dengan kepala menghadap ke arah luar yang berlawanan dengan lebah pekerja pada *Apis mellifera* yang mengipas dengan kepala menuju pintu masuk (Diao *et al*, 2017). *Apis cerana* lebih suka bersarang di rongga tertutup seperti didalam pohon berongga. Koloni *Apis cerana* biasanya lebih kecil dari koloni *Apis mellifera* dan cenderung lebih memilih rongga sarang yang lebih kecil. Koloni *Apis cerana* kurang lebih sebanyak 34.000 lebah sementara koloni *Apis mellifera* kurang lebih 20.000 sampai 60.000 lebah. *Apis cerana* dan *Apis mellifera* membuat banyak sisiran yang disusun sejajar satu sama lain. *Apis cerana* tidak menggunakan propolis sebagai bahan perekat untuk menutup celah dan lubang sarang namun menggunakan bahan perekat seperti lem lebah. Hal ini juga berlaku pada sarang *Apis mellifera* (Egelie *et al*, 2015).

Pemeliharaan *Apis cerana* sebagian masih tradisional antara lain dengan menempatkannya didalam gelodok (batang pohon) atau tempat sederhana lainnya. Pemeliharaan secara modern dapat menggunakan stup-stup yang dapat dipindah-pindahkan. Di Indonesia, *Apis cerana* memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap kondisi iklim setempat sehingga lebah madu ini mendapat banyak perhatian. Permasalahan yang sering dihadapi pada pemeliharaan *Apis cerana* adalah sifat lebah ini agresif dan seringkali berpindah tempat. Selain itu, belum ada standar ukuran stup untuk jenis lebah madu *Apis cerana* (Apiari Pramuka, 2003).



Gambar 3. Sarang lebah *Apis cerana*

Sumber: Dokumentasi pribadi (2018)

Perbedaan *Apis cerana* dengan *Apis mellifera* adalah *Apis cerana* dapat bertahan hidup pada suhu dingin dibandingkan *Apis mellifera*. *Apis cerana* tidak memiliki propolis (Pesenko *et al*, 1990). Menurut Koetz (2013) *Apis cerana* memiliki strip yang lebih menonjol dan konsisten pada bagian perut mereka dengan pita hitam di seluruh perut sedangkan *Apis mellifera* cenderung memiliki garis-garis hitam yang tidak rata dengan garis-garis tipis dibagian depan perut (membuatnya tampak lebih kuning dibagian depan dan lebih gelap dibagian belakang). Karakteristik morfologi yang paling dapat diandalkan untuk membedakan *Apis cerana* dan *Apis mellifera* adalah perpanjangan dari vena radial pada sayap belakang, yang tidak ada pada *Apis mellifera*. *Apis cerana* dianggap lebih keras dan tahan penyakit dibandingkan *Apis mellifera* sehingga menjadikannya spesies yang lebih baik di banyak

daerah Asia karena pemeliharaan *Apis cerana* tidak memerlukan manajemen yang sulit dan pengobatan.

2.2 Sarang Lebah

Bentuk sarang lebah adalah heksagonal (segienam) dari tiap sisiran secara optimal untuk menahan beban maksimum. Satu gram lilin berfungsi untuk membangun sisir 20 cm². Telah ada penelitian tentang mekanisme pembangunan sisir. Dari sudut pandang matematis, lebah secara alami telah memilih bentuk heksagonal sebagai bentuk sel sarangnya. Fungsi sarang tidak hanya sebagai tempat penyimpanan madu, serbuk sari, rumah larva tetapi juga berfungsi sebagai tempat komunikasi untuk koloni lebah madu.

Diameter sel-sel dalam tiap sisiran berbagai ras lebah berbeda-beda. Sarang dari koloni lebah madu dengan sekitar 30.000 pekerja dengan ukuran sarang sekitar 2,5 m² (dua sisi) dan berat sekitar 1,4 kg, mengandung 100.000 sel. Dalam satu bingkai model Langstroth standar (Gambar 4) dapat mengandung 1,8 – 3,8 kg madu, lilin yang diperlukan untuk memproduksi 7.100 sel ini dengan berat hanya 100 gram. Bobot lilin lebah yang dibawa lebah tiap ekornya hanya 1,1 mg sehingga jika ada 910.000 sel maka diperlukan 1 kg lilin untuk dapat membangun sarang yang dibutuhkan.

Sarang lebah yang terlalu lama disimpan akan menjadi sumber infeksi penyakit. Partikel-partikel akan menjadi gelap dan kotoran akan mengotori sarang. Pakan juga akan lebih mudah mengkristal pada sisir lama sehingga akan menghambat lebah saat berhibernasi. Sarang yang tua hanya sedikit mengandung lilin tetapi

memiliki banyak kandungan protein. Hal ini menjadikan sarang mudah diserang oleh ngengat lilin. Sisir yang tua dan berwarna gelap mengandung propolis dan kepompong sehingga menurunkan kualitas lilin (Bogdanov, 2016).



Gambar 4. Bingkai model Langstroth

Sumber: Urqurhart, 2018

Apis cerana membuat sarang mereka di daerah tertutup seperti di pohon-pohon tua, lubang dan gua-gua kecil di tanah atau mungkin di tempat tinggal manusia seperti ruang atap, dll. Lebah madu ini berukuran sangat kecil (setiap lebah memiliki panjang sekitar 1 cm) dengan tubuh bergaris coklat. Koloni *Apis cerana* membangun 5 sampai 9 sisir paralel, masing-masing memiliki panjang sekitar 20 cm. Bagian luar dan atas sisir akan berisi madu sementara sisir bagian pusat akan berisi telur dan berkembangbiakan lebah (Anonim², 2018).

Apis cerana cenderung memilih bersarang di hutan sekunder, pertanian atau daerah terganggu. Di Sulawesi Tengah dimana *Apis cerana* ditemukan bersarang dalam rongga. Lebih jauh lagi dalam tinjauan sejarah dan praktek peternakan lebah disebutkan bahwa peternak lebah Jawa

akan membawa kayu gelondongan ke dalam hutan rimba untuk menangkap koloni. Sarang *Apis cerana* pada umumnya ditemukan di lubang pohon, celah-celah batu, gua dan rongga rumah. Di Padang, Sumatera, serta di Bangladesh, *Apis cerana* kebanyakan bersarang di cekungan pohon. Di Pakistan Barat, *Apis cerana* liar ditemukan di cekungan pohon atau celah batu tetapi juga rongga di dinding rumah. Batang berongga dari pohon kelapa serta tumpukan sabut kelapa tampaknya menjadi tempat bersarang yang disukai di daerah dimana perkebunan kelapa berlimpah. Dalam kisaran alaminya, *Apis cerana* bersarang pada ketinggian yang relative rendah dengan rata-rata tinggi sarang satu sampai dua meter. *Apis cerana* membangun sisiran sarang pada rongga gelap. Sisir dibangun sejajar dengan jarak yang seragam. Madu disimpan dibagian atas sisir serta di luar sisir yang berdekatan dengan dinding rongga. Jumlah sisir dalam sarang *Apis cerana* bervariasi mulai dari tiga hingga empat belas sisir dengan rata-rata 6,4 di Bangladesh, 5,6 di Thailand dan 7,9 di Sumatera Barat, Indonesia. Sel *Apis cerana* terdiri dari dua ukuran, sel pekerja yang lebih kecil (diameter $3,6 \pm 4,9$ mm, kedalaman 1,01 mm) dan sel-sel lebah pejantan yang lebih besar (diameter $4,7 \pm 5,3$ mm) sebagai perbandingan ukuran sel lebah pekerja *Apis mellifera* adalah sekitar rata-rata sekitar 4,9 mm. sel ratu adalah sel kerucut besar yang dibangun di tepi bawah sisir. Sarang memiliki rata-rata 7,9 (3 ± 14) sisir, ketinggian sisir rata-rata $51,6 \pm 21,6$ cm dan lebar $18,2 \pm 7,1$ cm dengan volume 22,3 liter, berat 1,7 kg. jumlah sel rata-rata adalah 28.352 (5.315 ± 69.515). ukuran koloni total sangat bervariasi dalam *Apis cerana*, mulai dari 1.400 ± 34.000

lebah. Sebagai perbandingan, ukuran koloni *Apis mellifera* antara 15.000 sampai 50.000 ekor lebah (Koetz, 2013).

2.3 Lilin Lebah

Lilin lebah adalah salah satu hasil produksi lebah yang dihasilkan oleh lebah pekerja umur 12 hari atau lebih pada saat kelenjar lilin lebah pekerja yang berada di segmen ke-4 dan ke-7 di permukaan bawah abdomen mulai berkembang (Sarwono, 2007). Satu koloni lebah dapat mengkonsumsi ± 10 kg madu untuk menghasilkan 1 kg lilin (Fatimah dkk, 2015) untuk membentuk sarang lebah, lebah pekerja mengeluarkan lapisan-lapisan kecil seperti kaca dengan kaki belakangnya yang berambut, kemudian diraihnya lapisan lilin dan dengan bantuan mulutnya, lilin itu diubah menjadi adonan yang siap digunakan untuk membangun dinding sel (Rismunandar, 1986).

2.3.1 Pengertian Lilin Lebah

Lilin lebah adalah lilin hewan alami yang diproduksi oleh genus *Apis* dari lebah madu. Lilin disekresikan oleh empat pasang kelenjar yang terletak disisi perut lebah pekerja. Lebah menggunakannya untuk membuat sel dan bagian ujung sel yang bertujuan untuk menyimpan serbuk sari, madu dan memelihara induk (Kenya Standard, 2013). Menurut Cramp (2008) proses pembuatan lilin di dalam sarang yaitu lebah pekerja akan bergantung, saling berpegangan sehingga kaki belakang lebah yang satu memegang kaki belakang lebah di depannya kemudian berdiam diri sambil bergantung dan menggerombol di sisir. Setelah itu lilin akan keluar dari kelenjar lilin. Lilin yang dikeluarkan dalam bentuk cair, mengental kemudian

menjadi kecil. Fungsi lebah pekerja membentuk kelompok yang saling bergerombol adalah untuk menjaga suhu sekitar 35°C untuk menghasilkan lilin. Setelah berkelompok selama 24 jam, lilin mulai disekresikan.

Menurut Kameda (2004) Lebah mengeluarkan lilin dari empat pasang kelenjar khusus yang disebut kelenjar lilin di bagian bawah perut. Meskipun titik leleh lilin lebah sekitar 60°C namun pada saat disekresikan oleh lebah, lilin yang dikeluarkan oleh lebah dalam keadaan cair pada suhu kamar, kemudian lilin cair akan mengkristal. Lilin lebah disekresikan didada dan perut lebah madu *Apis* untuk membentuk lilin potong keras (diproduksi oleh sel epidermis) dan lilin skala (diproduksi oleh kelenjar perut) yang diawal lebih kaya akan hidrokarbon. Biosintesis hidrokarbon berasal dari lemak asetat yang memanjang kemudian didekarboksilasi secara bersamaan, ester lilin lebah hasil dari esterifikasi enzimatik alkohol C20 – C32 dengan palmitat-coA (menyediakan komponen C16 dan C18) (Anonim², 2018). Secara umum, kebanyakan senyawa yang terdapat dalam lilin lebah adalah palmitat, palmitoleat, hingga oleat ester alkohol alifatik. Rumus kimia lilin lebah sendiri adalah $C_{15}H_{31}COOC_{30}H_{61}$ (Anonim¹, 2015).

Lilin dimasukkan ke dalam mulut dan dikunyah oleh lebah untuk dibentuk menjadi semacam adonan kemudian lilin melewati rahang depan untuk dikeluarkan. Lebah pekerja akan mengeluarkan lilin untuk menjadi bahan bangunan sel sarang, lebah pekerja lain akan memperkuat dinding sel menggunakan propolis. Sel sarang terbagi menjadi dua bagian. Bagian atas sebagai tempat penyimpanan pakan dan bahan bangunan, bagian bawah

untuk pengeraman telur. Lilin didalam sarang berfungsi untuk menutup madu yang matang, menutup retakan sel serta melindungi sarang dari benda asing (Bogdanov, 2016).

Lilin adalah padatan parafin yang ditengahnya diberi sumbu tali untuk menyalakan api. Parafin padat adalah bahan baku penyusun lilin yang merupakan suatu campuran hidrokarbon. Parafin dapat berbentuk gas tidak berwarna, cairan putih atau bentuk padat dengan titik cair rendah (Turnip, 2003).

2.3.2 Sifat Fisik dan Kimia Lilin Lebah

Lilin lebah adalah bahan multikomponen kompleks yang terdiri dari alkane, ester lilin dan asam lemak bebas. Perubahan dalam jumlah relatif dari kelas-kelas senyawa dalam lilin harus menghasilkan perubahan yang sesuai dalam kekuatan leleh, kekakuan dan ketahanan. Lilin lebah menunjukkan sifat elastis dan plastik. Pada bagian elastis lilin, terjadi deformasi bentuk lilin non permanen ketika diatasnya diberi beban kemudian dilepaskan. Namun ketika lilin diberi beban yang melebihi nilai kritisnya dan masuk ke bagian plastik lilin maka akan terjadi deformasi lilin yang permanen. Lilin lebah madu adalah bahan yang kuat dan tahan banting. Meskipun sangat mirip dalam penampilan dan komposisi namun lilin dari berbagai spesies lebah madu berbeda dalam sifat mekanik yang melekat (Buchwald *et al*, 2006). Data komposisi kimia penyusun lilin lebah tertera pada Tabel 1.

Kandungan zat kimia didalam lilin lebah yaitu: \pm 16% hidrokarbon, 31% alkohol monohidrik, 3% diols, 31% asam lemak, 13% asam hidroksi dan berbagai zat lainnya

seperti 6% propolis, dll (Junus, 2017). Monoester asam lemak adalah senyawa yang paling banyak didalam lilin lebah. Hidroksimonoester adalah alkohol rantai panjang, diesterifikasi oleh asam hidroksi (terutama asam 15-hidroksipalmitik) atau kelompok hidroksi primer dari diol (terutama asam palmitat). Hidrokarbon terdiri dari rantai n-alkana (C23 – C31) yang merupakan hidrokarbon dominan dalam lilin lebah. Asam lemak bebas dalam lilin adalah molekul jenuh tidak bercabang dengan bilangan karbon dari C20 sampai C36. Asam alkohol bebas dengan C33 (0,3% - 1,8%) dan C35 (0,3%) alkohol telah diidentifikasi dalam *Apis cerana* (Efsa, 2007).

Tabel 1. Komposisi kimia penyusun lilin lebah

Komposisi kimia penyusun lilin lebah	
Monoester	45 sampai 55%
Hidrokarbon	15 sampai 18%
Asam lemak bebas	10 sampai 15%
Di dan ester kompleks	8 sampai 12%
Hidroksi monoester	4 sampai 6%
Asam alkohol bebas	1 sampai 2%
Komponen minor	2 sampai 5%

(Anonim², 2018)

Ester asam lemak dapat digunakan sebagai bahan aditif makanan, surfaktan, farmasi, kosmetik dan sebagainya. Sebagai surfaktan non-ionik yang mengandung gugus hidrofilik dan hidrofobik. Ester asam lemak dapat dimanfaatkan sebagai suplemen nutrisi. Monoester tertentu mempunyai bioaktivitas antimikroba terhadap berbagai jenis mikroorganisma tertentu. Antimikroba dari monoester tersebut dipengaruhi

strukturnya. Monoester bersifat aktif sedangkan diester dan triester tidak aktif (Widiyarti dkk, 2009).

Menurut Bogdanov (2016) bahan baku utama lilin adalah karbohidrat (gula madu, fruktosa, glukosa, sukrosa). Lilin lebah didalam sarang terbagi menjadi dua yaitu lilin bebas dan lilin terikat. Lilin bebas sangat mudah dibentuk, hanya memanaskan dengan matahari lilin akan terbentuk. Lilin terikat dapat dibebaskan menggunakan ekstrak pelarut. Lilin lebih tahan terhadap hidrolisis daripada lemak, suhu yang lebih tinggi dan kondisi basa yang lebih kuat. Lilin alami juga mengandung parafin, asam lemak tak jenuh, hidroksil, alkohol sekunder dan keton.

Lilin lebah dapat disebut sebagai lilin organik karena tidak mengeluarkan asap hitam, aman bagi penderita asma, ramah lingkungan dan mempunyai kelebihan yaitu tidak mudah patah dan lebih tahan lama jika dibandingkan dengan lilin lain ketika dibakar. Lilin lebah dapat dimanfaatkan sebagai aroma terapi karena memiliki bau khas dan beraroma tanaman (Veronika, 2017). Data sifat fisik dan kimia lilin lebah tertera pada Tabel 2.

Warna lilin akan tergantung pada jenis flora yang dikunjungi oleh lebah (Kuznesof and Whitehouse, 2005). Warna kuning lilin lebah yang khas berasal dari warna propolis dan serbuk sari. Warna coklat disebabkan pigmen yang berasal dari kotoran larva (Bogdanov, 2016).

Komposisi lilin lebah tergantung pada tingkat subspecies lebah, usia lilin dan keadaan iklim dari produksinya. Namun, variasi dalam komposisi ini terjadi terutama dalam jumlah relatif dari komponen yang berbeda bukan dalam identitas kimianya (Kuznesof and Whitehouse, 2005). Keadaan fisik lilin adalah warna sama

dan merata, tidak retak, tidak cacat dan tidak patah (SNI, 1989).

Tabel 2. Sifat fisik dan kimia lilin lebah

Sifat Fisik dan Kimia Lilin Lebah	
Keadaan Fisik	Padat ¹
Penampilan (warna)	Putih ke kuning ¹
Bau	Bau sedap seperti madu ²
pH	-
Tekanan uap	Dapat diabaikan ¹
Nilai asam	17 – 24 ³
Nilai saponifikasi	88 – 102 ³
Titik leleh	62,8°C ¹
Kelarutan	Tidak larut dalam air ¹

Keterangan: ¹⁾ (MSDS, 2008), ²⁾(Bogdanov, 2016), ³⁾(Kenya Standard, 2013)

2.3.3 Pengaruh Lingkungan Terhadap Lilin

Nektar akan mempengaruhi produksi dari lebah madu. Lebah madu dan tanaman berbunga memiliki hubungan simbiosis mutualisme yaitu lebah madu dapat membantu proses polinasi tanaman dan tanaman berbunga sebagai penyedia pakan lebah berupa nektar dan polen. Lebah pekerja akan mencari nektar dan polen dari tanaman berbunga. Nektar adalah cairan manis yang disekresikan oleh kelenjar nektaris tanaman yang dapat berkembang pada bagian bunga, batang dan daun. Nektar dan polen yang dikumpulkan oleh lebah pekerja sebagai sumber

karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral yang esensial untuk pertumbuhan, perkembangan, memperbaiki jaringan dan menstimulasi perkembangan kelenjar *hypopharyngea* (Agussalim dkk, 2017).

Pollen adalah sumber protein, nektar adalah sumber karbohidrat. Pada saat mencari makan, *Apis cerana* cenderung mengumpulkan serbuk sari atau nektar (atau tidak keduanya) dari satu spesies tanaman. Umumnya *Apis cerana* dalam mencari makan 200 sampai 300 meter dari sarang mereka. Waktu ketika lebah madu mulai dan selesai mencari makan tergantung pada suhu lingkungan, kelembaban dan tingkat cahaya serta ketersediaan sumber daya bunga. Secara umum *Apis cerana* cenderung mulai mencari makan lebih awal daripada *Apis mellifera* karena *Apis cerana* memerlukan suhu yang sedikit lebih rendah, intensitas cahaya dan tingkat radiasi matahari untuk memulai aktivitas. *Apis cerana* tidak menyimpan madu dalam jumlah besar sehingga mereka tidak memiliki persediaan yang cukup untuk bertahan hidup jika sedang dalam kondisi yang tidak menguntungkan (Koetz, 2013).

Musim kemarau atau musim hujan yang terus-menerus dapat menyebabkan tanaman tidak berbunga, oleh karena itu diperlukan pakan alternatif untuk memperpanjang masa kelangsungan hidup lebah madu. Pakan harus mempunyai kalori yang tinggi. Lebah madu membutuhkan pakan kalori tinggi untuk menghasilkan produk-produk lebah, baik itu nektar ataupun pakan buatan. Pakan yang mengandung kalori tinggi akan menghasilkan produksi lilin yang tinggi. Menurut penelitian Carillo *et al* (2016) lebah yang diberi pakan berupa sirup gula menghasilkan produksi lilin yang tinggi

dibandingkan dengan lebah yang diberi pakan berupa sari tebu dan gula karena berdasarkan analisis fisikokimia sirup gula menunjukkan kalori dan gulanya tinggi dibandingkan dengan sari tebu dan gula. Lebah membutuhkan energi dari nektar dan pakan buatan untuk memproduksi lilin.

Menurut Nyunza (2018) faktor lingkungan dapat mempengaruhi produksi lilin. Peternak lebah akan mengalami penurunan produksi madu jika ada perubahan lingkungan. Perubahan lingkungan disekitar peternakan lebah madu mengakibatkan hilangnya koloni lebah madu, kesulitan mencari tumbuhan, kekurangan sumber air dan perubahan iklim. Curah hujan akan mempengaruhi perkembangan tanaman bunga sehingga dapat menghambat kelangsungan hidup dari koloni lebah madu. Hujan juga sebagai sumber air minum untuk lebah madu. Menurunnya curah hujan akan berdampak pada berkurangnya lebah madu untuk mencari nektar dan air, karena produksi madu yang rendah maka produksi lilin yang dihasilkan juga sedikit.

Menurut Sarwono (2007) lebah ratu adalah satu-satunya lebah petelur seumur hidup. Lebah ratu akan terus bertelur untuk memperbanyak jumlah koloninya. Semakin banyak telur yang dihasilkan maka semakin banyak pula sel yang dibutuhkan. Menurut Febriana, dkk (2003) salah satu cara untuk meningkatkan produksi madu adalah memperbanyak jumlah anggota koloni. Bisa dengan cara memperbanyak jumlah ratu dan meningkatkan produktivitas ratu. Semakin banyak lebah ratu bertelur, semakin banyak pula jumlah koloninya sehingga diharapkan semakin banyak pula madu yang dihasilkan. Banyaknya madu yang dihasilkan akan mempengaruhi

banyaknya produksi lilin yang dihasilkan. Menurut Buchwald *et al* (2008) menambahkan lilin lebah banyak diproduksi saat suhu meningkat. Lilin yang dihasilkan terpapar kondisi lingkungan yang berbeda. Suhu ideal lebah pekerja saat beraktivitas sekitar 10°C hingga 30°C. Suhu dibawah 10°C atau diatas 40°C dapat mengganggu aktivitas lebah dalam mengumpulkan madu.

Asal bunga tanaman mempengaruhi tingkat kadar air madu. Seperti madu randu memiliki ciri fisik lebih encer daripada madu yang bersumber dari bunga lain, memiliki bau khas alkohol serta terdapat buih di permukaan madu hal ini menunjukkan bahwa madu randu pada dasarnya memiliki tingkat kadar air yang tinggi karena kemungkinan dipengaruhi oleh sumber asal nektar dan polen dari bunga randu. Pohon randu memiliki periode pembungaan (anthesis) nocturnal hanya akan berbunga dan banyak menyekresikan nektar mulai dari pukul 17.00-05.00. Lebah madu mengumpulkan nektar dari bunga randu pada pagi hari hingga menjelang tenggelamnya matahari sehingga nektar dan polen yang dikumpulkan oleh lebah memiliki kadar kelembapan tinggi karena pengaruh rendahnya temperatur dan tingginya kelembaban di malam hari sehingga menyebabkan madu randu membutuhkan periode kematangan dalam sarang lebih lama daripada jenis madu dari sumber bunga lain (Fatma dkk, 2017).

2.3.4 Kegunaan Lilin Lebah

Lilin lebah dapat dimanfaatkan sebagai bahan kosmetik. Lilin lebah akan mengental dan berstruktur minyak dengan membentuk jaringan gel stabil dimana viskositas gel dan kekerasan sebanding dengan persen dari

lilin lebah. Gel juga tergantung pada kompatibilitas minyak atau lilin. Dalam istilah yang realistis, dengan memanipulasi sangat sedikit jumlah variabel pada produk kosmetik akan berubah dari lilin keras lengket menjadi lilin lembut lengket. Keunikan lilin lebah terletak pada fungsi ganda sebagai agen perstruktur (karena adanya monoester, hidrokarbon dan asam lemak) dan plastizier (karena adanya di- dan kompleks ester) yang mana komponen tersebut berpengaruh penting untuk integritas kelengketan yaitu tekstur halus dan bahkan mempengaruhi warna lilin. Fungsi ganda ini juga menyederhanakan proses formulasi. Lilin lebah juga telah digunakan secara luas sebagai pengental dalam formulasi emulsi (baik minyak dalam air dan air dalam minyak) terutama dimana konsistensi tebal yang diinginkan seperti mentega atau krim karena asam lemak bebasnya, lilin lebah memiliki kemampuan untuk membentuk sabun in situ ketika dipanaskan dengan alas. Oleh karena itu fungsinya digandakan sebagai pengemulsi dan juga pengental. Hal ini menjadi dasar dari krim dingin tradisional yang telah digunakan sejak 400 Masehi (Anonim³, 2018).

Menurut Sarwono (2007) lilin lebah memiliki manfaat sebagai lilin aromaterapi, bahan membatik, campuran tinta, campuran pensil, campuran semir dan zat pengilat. Menurut penelitian Sarungallo dkk, (2002) lilin lebah adalah lemak hewani yang dapat digunakan sebagai bahan pengganti lemak dalam pembuatan margarin sehingga dapat menurunkan nilai kalori produk.

Lilin lebah digunakan dalam industry makanan sebagai *edible film* pada keju atau sebagai aditif makanan (E901) untuk memberikan kilau pada produk. Seperti

madu, lilin lebah juga memiliki sifat terapeutik untuk penyembuhan memar, peradangan dan luka bakar. Lilin juga mempunyai sifat antimikroba seperti *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enterica*, *Candida albicans* dan *Aspergillus niger* (Fratini *et al*, 2016). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Hermayasari dkk (2015) lilin lebah dapat menurunkan jumlah bakteri *Staphylococcus aureus* pada dendeng sapi.

2.4 Metode Pencucian Air Mendidih

2.4.1 Metode Pencucian

Menurut Bogdanov (2016) kualitas lilin yang bagus sangat bergantung pada metode pengolahannya. Metode pengolahan lilin terbagi menjadi dua yaitu metode pencairan dan metode kimia. Metode pencairan merupakan metode paling sederhana sehingga sering digunakan. Lilin bisa dicarikan dengan air mendidih, uap, tenaga listrik atau tenaga surya. Lilin akan terpisah dari kotoran, lilin akan mengapung ke atas sedangkan kotoran berada dibawah. Metode kimia menggunakan ekstraksi kimia dengan pelarut seperti bensin dan xilena. Kerugian metode kimia adalah semua kontaminan lilin organik dan unsur penyusun pupa, propolis dan serbuk sari akan ikut larut sehingga dapat mengganggu kualitas lilin. Metode pencairan dengan air merupakan metode sederhana yang mudah dilakukan. Metode ini akan membentuk emulsi antara air dan lilin. Jika menggunakan sarang lama, maka hanya 50% lilin yang dapat terambil namun jika menggunakan sarang baru dapat menghasilkan persentase lilin lebih banyak. Syarat pemilihan bahan pencucian adalah murah dan mudah

diperoleh. Bahan pencucian yang memenuhi syarat tersebut adalah air.

2.4.2 Air

Air adalah semua air yang terdapat di dalam dan berasal dari sumber-sumber air, baik yang terdapat di atas maupun di bawah permukaan tanah, tidak termasuk dalam pengertian ini air yang terdapat di laut. Sumber air berasal dari tempat-tempat atau wadah-wadah air baik yang terdapat di atas atau di bawah permukaan tanah (SNI, 2002). Air di alam menunjukkan suatu rantai peredaran dari uap air yang terbentuk menjadi awan kemudian mengalami kondensasi dan turun menjadi hujan. Sebagian hujan akan menguap kembali ke atmosfer sebelum sampai turun ke tanah (Jumin, 2010).

Air memiliki banyak sifat kimia dan fisik yang membuatnya berguna untuk sel dan organisme. Air adalah media sebagian besar reaksi biokimia. Air berinteraksi dengan komponen makanan lainnya melalui interaksi polar, ikatan-hidrogen dan hidrofobik. Interaksi ini yang akan mengubah sifat dari air. Air memainkan banyak peran penting dalam bidang pertanian, pangan dan sains pakan, teknologi dan teknik. Dalam rantai makanan, air bukan hanya sebuah media untuk reaksi tetapi juga merupakan bahan aktif yang digunakan untuk mengontrol reaksi, tekstur makanan dan perilaku fisik dan biologis (Kasaai, 2013).

2.5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas Fisikokimia

Kualitas lilin lebah dapat dilihat dari sifat fisik seperti rendemen, tekstur dan waktu bakar. Sifat kimia seperti kadar air dan kadar lemak.

2.5.1 Rendemen

Rendemen ekstrak dihitung berdasarkan perbandingan berat akhir (berat ekstrak yang dihasilkan) dengan berat awal (berat biomassa sel yang digunakan) dikalikan 100%. Pelarut juga berperan dalam menghasilkan rendemen tinggi (Sani dkk, 2014). Menurut Sylvi (1997) rendemen dapat mengukur peningkatan atau penyusutan lilin yang didapatkan. Rendemen berhubungan dengan komposisi bahan hasil olahan seperti kadar air dan kadar lemak. Lilin murni yang dihasilkan dipengaruhi oleh banyaknya kotoran yang terdapat didalam sarang lebah juga kualitas sumber bahan dan teknik yang dipakai dalam pengolahan. Metode air mendidih menghasilkan lilin sebesar 49,6% sedangkan metode sinar matahari menghasilkan lilin sebesar 26,4%. Suhu pemasan berpengaruh terhadap hasil rendemen. Apabila suhu terlalu tinggi dapat mempengaruhi struktur lilin (Yadeta, 2014).

2.5.2 Tekstur

Tekstur adalah salah satu ciri khas lilin. Lilin yang keras menjadikan mutu lilin semakin baik (Turnip, 2003). Menurut Gulendra (2010) tekstur juga bisa dinilai dengan cara diraba pada suatu permukaan seperti kasar, halus, keras atau lunak, kasar atau licin. Kekerasan pada lilin lebah dipengaruhi oleh struktur penyusun lilin lebah. Pada

lebah *Apidae* bentuk sarangnya heksagonal sehingga penyusunan komponen didalam sarang menyatu dan tidak tercampur dengan zat asing, berbeda dengan jenis *Trigona sp* yang menyusun lilinnya tidak menyatu (Buchwald *et al*, 2007).

2.5.3 Waktu bakar

Lilin lebah telah digunakan sebagai aroma terapi atau alat bantu penerangan selama ratusan tahun. Lilin lebah dapat dibakar. Waktu bakar adalah selang waktu yang ditunjukkan daya tahan lilin dibakar sampai habis. Hitungan waktu untuk menentukan waktu bakar dengan menggunakan *stopwatch* (Sandri dkk, 2016). Menurut Turnip (2003) ada beberapa faktor yang mempengaruhi waktu bakar yaitu letak sumbu. Sumbu lilin harus terpusat sehingga lelehan lilin merata dan daya tahan lilin baik. Angin atau gerakan diatas lilin dapat menggeser posisi sumbu lilin sehingga dapat menyebabkan sumbu bergeser ke tepi. Komposisi dan wadah lilin saat pembakaran juga mempengaruhi waktu bakar. Semakin lama waktu bakar maka kualitas lilin semakin baik.

2.5.4 Kadar Air

Kadar air agregat adalah besarnya perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dengan agregat dalam keadaan kering, dinyatakan dalam persen (SNI, 1990). Kadar air adalah jumlah molekul air tidak terikat (*free water*) yang terkandung dalam suatu produk (SNI, 2006). Kadar air merupakan penentu daya simpan lilin. Banyaknya kandungan kadar air didalam air akan memudahkan mikroorganisme tumbuh dan dapat merusak

kualitas serta struktur dari lilin lebah. Menurut Bogdanov (2016) kadar air yang terdapat didalam lilin lebah $<1\%$. Kadar air dapat menentukan kualitas waktu bakar.

2.5.5 Kadar Lemak

Lemak dan minyak merupakan senyawa lipida yang paling banyak di alam. Perbedaan antara lemak dan minyak adalah konsistensi atau sifat fisik pada suhu kamar. Lemak berbentuk padat sedangkan minyak berbentuk cair. Salah satu fungsi lemak adalah sebagai komponen makanan multifungsi yang sangat penting untuk kehidupan (Sartika, 2016). Minyak dan lemak adalah minyak mineral, minyak nabati, asam lemak, sabun, malam yang dapat terekstrak oleh pelarut campuran n-hexana dan *methyl tert buthyl ether* (MTBE) (80:20) (SNI, 2004).

BAB III

MATERI DAN METODE

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi pembuatan dan pengujian lilin lebah berlokasi di Laboratorium Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Islam Malang dan Laboratorium Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 10 April-25 Juni 2018.

3.2 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sarang lebah *Apis cerana* sebanyak 3 kg yang diperoleh dari peternakan lebah Kembang Joyo berlokasi di Jl. Raya Karanganyar No 101, Bonowarih, Karangploso, Kabupaten Malang. Bahan lain yang digunakan dalam penelitian ini adalah air. Alat yang digunakan adalah kompor, panci berukuran 5 L, gelas ukur, saringan, wadah, batang pengaduk, cetakan lilin, sumbu, termometer.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah eksperimen yaitu dengan menambahkan volume air yang berbeda pada pengambilan lilin dari sarang lebah. Lilin murni yang didapat dianalisis menggunakan timbangan analitik untuk mengetahui rendemen, kuisioner untuk mengetahui tekstur, stopwatch untuk mengetahui waktu bakar, oven untuk mengetahui kadar air dan soxhlet untuk mengetahui kadar lemak.

Metode penelitian adalah percobaan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan (Steel dan Torrie, 2003), sehingga terdapat 16 unit percobaan. Adapun perlakuan yang dilakukan sebagai berikut:

P1: Sarang 200 gram + Air 200 ml

P2: Sarang 200 gram + Air 400 ml

P3: Sarang 200 gram + Air 600 ml

P4: Sarang 200 gram + Air 800 ml

3.4 Prosedur Penelitian

Pra penelitian dilakukan untuk mencari metode cara pembuatan lilin lebah. Tahapan pembuatan lilin secara berurutan adalah disiapkan bahan-bahan yang akan digunakan, air yang sudah ditentukan volumenya dimasak sampai mendidih kemudian dimasukkan sarang lebah *Apis cerana* dengan cara diaduk terus sampai mendidih, kemudian disaring dengan kain saring dan dimasukkan ke dalam baskom, kotoran yang tertinggal dikain saring diperas sampai tidak ada cairan lagi, baskom yang terisi cairan tersebut didiamkan dan lilin yang terbentuk akan mengapung, lilin yang terbentuk diambil dan dipisahkan dari air kemudian diangin-anginkan, setelah itu lilin dapat dipanaskan dan terbentuklah cairan lilin, kemudian lilin dicetak dan diberi benang, didinginkan hingga mengeras untuk memperoleh lilin murni.

Pembuatan perlakuan 2 (P2) dilakukan dengan pengambilan air sebanyak 400 ml dimasak sampai mendidih kemudian dimasukkan sarang lebah *Apis cerana* (200 gram) dengan cara diaduk terus sampai mendidih, kemudian disaring dengan kain saring dan dimasukkan ke

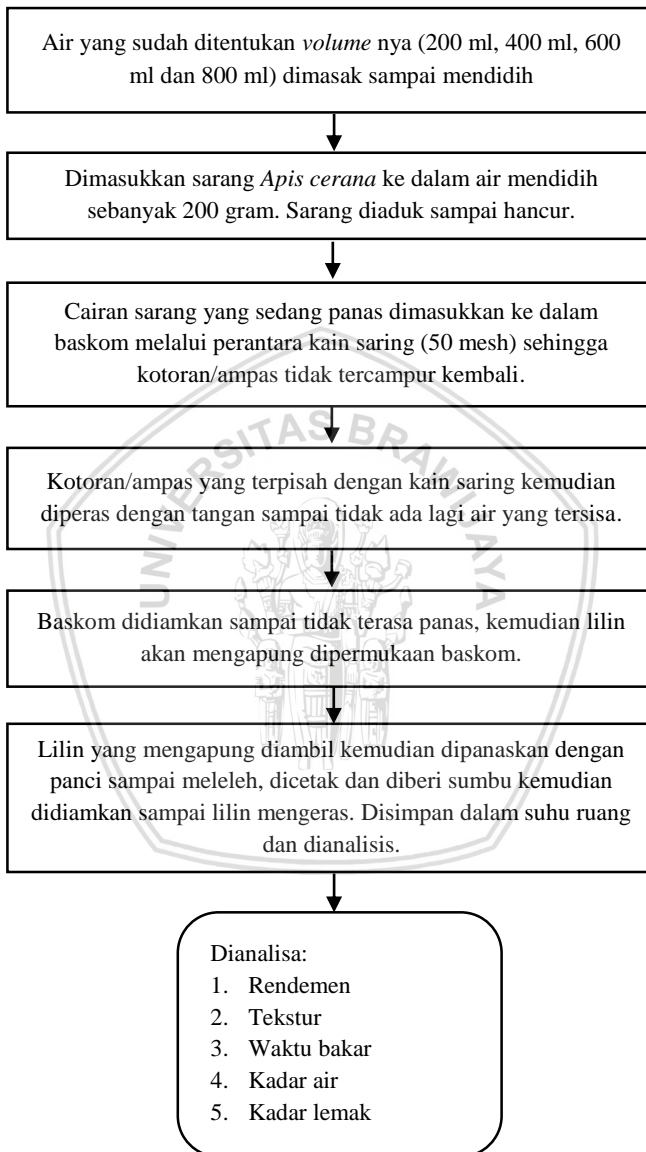
dalam baskom, kotoran yang tertinggal dikain saring diperas sampai tidak ada cairan lagi, baskom yang terisi cairan tersebut didiamkan dan lilin yang terbentuk akan mengapung, lilin yang terbentuk diambil dan dipisahkan dari air kemudian diangin-anginkan, setelah itu lilin dapat dipanaskan dan terbentuklah cairan lilin, kemudian lilin dicetak dan diberi benang, didinginkan hingga mengeras untuk memperoleh lilin murni.

Pembuatan perlakuan 3 (P3) dilakukan dengan pengambilan air sebanyak 600 ml dimasak sampai mendidih kemudian dimasukkan sarang lebah *Apis cerana* (200 gram) dengan cara diaduk terus sampai mendidih, kemudian disaring dengan kain saring dan dimasukkan ke dalam baskom, kotoran yang tertinggal dikain saring diperas sampai tidak ada cairan lagi, baskom yang terisi cairan tersebut didiamkan dan lilin yang terbentuk akan mengapung, lilin yang terbentuk diambil dan dipisahkan dari air kemudian diangin-anginkan, setelah itu lilin dapat dipanaskan dan terbentuklah cairan lilin, kemudian lilin dicetak dan diberi benang, didinginkan hingga mengeras untuk memperoleh lilin murni.

Pembuatan perlakuan 4 (P4) dilakukan dengan pengambilan air sebanyak 800 ml dimasak sampai mendidih kemudian dimasukkan sarang lebah *Apis cerana* (200 gram) dengan cara diaduk terus sampai mendidih, kemudian disaring dengan kain saring dan dimasukkan ke dalam baskom, kotoran yang tertinggal dikain saring diperas sampai tidak ada cairan lagi, baskom yang terisi cairan tersebut didiamkan dan lilin yang terbentuk akan mengapung, lilin yang terbentuk diambil dan dipisahkan dari air kemudian diangin-anginkan, setelah itu lilin dapat

dipanaskan dan terbentuklah cairan lilin, kemudian lilin dicetak dan diberi benang, didinginkan hingga mengeras untuk memperoleh lilin murni.





Gambar 5. Prosedur penelitian

3.5 Variabel Pengamatan

1. Rendemen

Rendemen adalah hasil akhir dari proses pengolahan yang dilakukan terhadap suatu bahan, rendemen berhubungan erat dengan komposisi bahan hasil olahan seperti kadar air, kadar pati, kadar lemak (Sylvi, 1997). Rendemen ekstrak dihitung berdasarkan perbandingan berat akhir (berat ekstrak yang dihasilkan) dengan berat awal (berat biomassa sel yang digunakan) dikalikan 100% (Sani dkk, 2014).

2. Tekstur

Tekstur adalah salah satu ciri khas lilin. Lilin yang keras menjadikan mutu lilin semakin baik (Turnip, 2003). Pengujian teksur menggunakan metode kuisioner. Kuisioner adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan tertulis kepada responden.

3. Waktu bakar

Waktu bakar adalah selang waktu yang menunjukkan daya tahan lilin dibakar sampai habis. Waktu bakar diperoleh dari selisih antara waktu awal pembakaran dan waktu saat sumbu lilin habis terbakar (api padam). Lilin diukur dan ditimbang sama rata (Turnip, 2003).

4. Kadar Air

Kadar air adalah jumlah molekul air tidak terikat (*free water*) yang terkandung dalam suatu produk (SNI, 2006).

5. Kadar Lemak

Minyak dan lemak adalah minyak mineral, minyak nabati, asam lemak, sabun, malam yang dapat terekstrak

oleh pelarut campuran n-hexana dan *methyl tert buthyl ether* (MTBE) (80:20) (SNI, 2004).

3. 6 Analisis Data

Setelah rangkaian data pemurnian, kemudian dianalisis dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

- Y_{ij} = Hasil pengamatan lilin lebah pada perlakuan ke ₁₋₄ dengan ulangan ke ₁₋₄ yang dipengaruhi oleh volume air pencucian yang digunakan
- μ = Rata-rata
- α_i = Pengaruh perlakuan volume air pencucian yang digunakan ke ₁₋₄
- ϵ_{ij} = Galat perlakuan volume air pencucian yang digunakan ke ₁₋₄ dengan ulangan ₁₋₄

Selanjutnya hasil pengamatan dianalisis dengan analisis ragam seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis Ragam

SK	Db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan						
Galat						
Total						

Setelah dilakukan analisis ragam, apabila hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD). Adapun rumus UJBD adalah sebagai berikut :

$$UJBD_{\alpha} = R_{(p, v, \alpha)} \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{r}}$$

Keterangan:

- $R_{(p, v, \alpha)}$ = nilai wilayah nyata Duncan
 p = jarak (2, 3, ..t);
 v = derajat bebas;
 α = taraf nyata 1% atau 5%
 KT Galat = Kuadrat Tengah Galat
 r = ulangan

Tabel 4. Uji Jarak Berganda Duncan

Perlakuan	Rataan	Notasi
P1		
P2		
P3		
P4		

3. 7 Batasan Istilah

1. Lebah : serangga sosial yang hidup bersama dengan koloninya dan menghasilkan produk lebah seperti madu, *pollen*, propolis, racun, ratu, larva, *royal jelly*, lilin (Sarwono, 2007).
2. Sisir : sarang lebah sebagai tempat kehidupan lebah (Bogdanov, 2016).

3. Pencucian : metode untuk mendapatkan lilin dari sarang lebah. Sarang direbus agar lilin terpisah dari kotoran (Bogdanov, 2016).





BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Rendemen

Hasil pengamatan rendemen (Lampiran 2) menunjukkan bahwa perlakuan penambahan volume air pencucian tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P>0,05$) terhadap nilai rendemen lilin lebah *Apis cerana*. Adapun rata-rata rendemen lilin lebah ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil analisis uji rendemen lilin lebah

Perlakuan	Rendemen (%)
	Rataan
P1	9,125±5,06
P2	12,875±6,46
P3	15,25±4,21
P4	14,875±2,36

Tabel 5 menunjukkan bahwa semakin banyak volume air yang digunakan dalam pencucian maka semakin banyak rendemen lilin yang didapatkan. Rataan nilai persentase rendemen pada P4 mengalami penurunan yaitu 14,875%. Hal ini terjadi karena pada saat pemasakan sarang, panas yang digunakan terlalu tinggi sehingga dapat mengakibatkan struktur lilin rusak dan lilin menguap. Air berfungsi sebagai bahan pencuci untuk memisahkan lilin dan kotoran. Sarang atau ampas yang tersisa masih mengandung lilin murni. Lilin lebah yang didapatkan dipengaruhi oleh jenis sarang lebah yang digunakan, metode pencucian, lingkungan dan pakan yang dikonsumsi

oleh lebah. Perbedaan hasil antara P1 dengan P2, P3 dan P4 menunjukkan bahwa lilin yang didapat sedikit dikarenakan air tidak dapat memisahkan antara lilin dan kotoran dengan maksimal.

Menurut MSDS (2008) Lilin yang dihasilkan berbentuk padat pada suhu ruang. Menurut Kameda (2004) bahwa lilin yang baru dikeluarkan dari kelenjar lilin berbentuk cair namun ketika lebah mulai menyusun lilin sebagai bahan bangunan sarang, lilin akan mengeras pada suhu ruang. Lilin yang cair hanya pada saat baru dikeluarkan dari dalam tubuh selebihnya bentuk lilin akan padat. Menurut Agussalim, dkk (2017) nektar akan mempengaruhi produksi dari lebah madu. Menurut Carillo, *et al* (2016) Lebah membutuhkan energi dari nektar dan pakan buatan untuk memproduksi lilin. Menurut Koetz (2013) *Apis cerana* tidak menyimpan madu dalam jumlah besar. Menurut Bogdanov (2016) jumlah koloni *Apis cerana* kurang lebih 34.000 ekor. Menurut Fratini, *et al* (2016) menyatakan bahwa di alam ada beberapa serangga yang menghasilkan lilin seperti serangga yang masuk ke dalam superfamily Apidea terutama lebah yang dapat menghasilkan lilin yang lebih dihargai dan digunakan oleh manusia. Lilin yang paling banyak digunakan adalah lilin lebah yang diproduksi oleh spesies *Apis mellifera* dan *Apis cerana* yang sekarang sudah dikembangkan oleh manusia. Lilin lebah adalah produk kompleks yang disekresikan dalam bentuk cair oleh kelenjar khusus lilin yang berada di perut lebah pekerja muda berusia 12 sampai 18 hari, artinya pada akhir periode dimana lebah bertindak sebagai perawat. Ketika cairan tersebut kontak dengan udara, cairan tersebut akan membeku. Ketika disekresikan oleh

lebah, lilin lebah murni hampir putih setelah kontak dengan madu dan serbuk sari yang mengakibatkan lilin berwarna kekuningan dan berangsur-angsur berubah warna coklat setelah disimpan sekitar empat tahun.

Dari hasil rendemen, lilin yang dihasilkan oleh lebah *Apis cerana* memang sedikit menghasilkan lilin karena jumlah koloni *Apis cerana* lebih sedikit dibandingkan *Apis mellifera* sehingga madu yang dihasilkan juga sedikit dan lilin yang dihasilkan juga sedikit. Perbedaan volume air pencucian diharapkan dapat memisahkan lilin dari sarang atau kotoran sehingga lilin yang didapatkan bisa lebih banyak dan murni. Namun, pada saat proses pemerasan sarang dalam kondisi panas, tangan tidak sanggup memeras dengan maksimal sehingga lilin-lilin yang tidak terikut diperas akan menempel kembali di kotoran atau ampas, tidak ikut diambil.

4.2 Uji Tekstur

Hasil pengamatan uji tekstur (Lampiran 3) menunjukkan bahwa perlakuan penambahan volume air pencucian tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P>0,05$) terhadap nilai tekstur lilin lebah *Apis cerana*. Adapun rata-rata tekstur lilin lebah ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil analisis uji tekstur lilin lebah

Perlakuan	Tekstur
	Rataan
P1	2,85±0,37
P2	2,93±0,26
P3	2,38±0,49
P4	2,40±0,23

Tabel 6 menunjukkan bahwa semakin banyak volume air yang digunakan dalam pencucian maka semakin keras tekstur lilin. Tekstur yang paling keras pada P3 dengan rata-rata 2.38 kemudian dilanjut pada P4 dengan rata-rata 2.40, P1 dengan rata-rata 2.85 dan P2 dengan rata-rata 2.93. Tekstur yang diinginkan adalah bersifat keras, halus dan tidak lengket. Tekstur yang dimaksud pada lilin adalah kekerasan dari lilin. Lilin yang keras menjadikan mutu lilin semakin baik. Tekstur adalah kekerasan lilin yang dapat dinilai menggunakan organ sensori. Hal ini untuk mengetahui apakah lilin memiliki tekstur yang keras atau tidak. Skala uji tekstur dapat dilihat pada Lampiran 1. Kuisioner disebar ke 36 panelis yang terdiri dari 6 dosen dan 30 panelis rata-rata berstatus mahasiswa dan karyawan. Pada penelitian, hasil yang didapat rata-rata bernilai 2. Lilin yang dihasilkan rata-rata bertekstur keras.

Hal ini sesuai dengan pendapat Bogdanov (2016) bahwa kekerasan lilin lebah adalah faktor kualitas yang penting. Tekstur dari lilin lebah *Apis cerana* adalah keras dan tidak lengket, lilin berwarna kuning, bau lilin sedikit tidak enak namun saat dibakar mengeluarkan aroma manis. Hal ini sesuai dengan pernyataan Buchwald *et al* (2006) bahwa lilin lebah adalah bahan multikomponen kompleks yang terdiri dari alkana, ester lilin dan asam lemak bebas. Lilin lebah menunjukkan sifat elastis dan plastik. Pada bagian elastis lilin, terjadi deformasi bentuk lilin non permanen ketika diatasnya diberi beban kemudian dilepaskan. Namun ketika lilin diberi beban yang melebihi nilai kritisnya dan masuk ke bagian plastik lilin maka akan terjadi deformasi lilin yang permanen. Lilin lebah madu adalah bahan yang kuat dan tahan banting. Meskipun sangat mirip dalam penampilan dan komposisi namun lilin dari berbagai spesies lebah madu berbeda dalam sifat mekanik yang melekat. Sifat dari ester yang terdapat didalam lilin lebah akan mempengaruhi tekstur pada lilin lebah. Menurut pernyataan Anonim³ (2018) Keunikan lilin lebah terletak pada fungsi ganda sebagai agen perstrukturasi (karena adanya monoester, hidrokarbon dan asam lemak) dan plastizier (karena adanya di- dan kompleks ester) yang mana komponen tersebut berpengaruh penting untuk integritas kelengketan yaitu tekstur halus dan bahkan mempengaruhi warna lilin. Sifat plastizing pada lilin lebah juga akan membantu mencegah kristalisasi, “air lengket” dan mekar.

Lilin yang memiliki tekstur lembek dikarenakan masih ada sisa sarang atau ampas yang terikut menempel pada lilin sehingga konsistensi lilin menjadi tidak keras.

Diperlukan metode untuk dapat memisahkan lilin dengan sarang atau ampas sehingga lilin yang didapatkan benar-benar murni agar kualitas lilin semakin baik.

4.3 Waktu Bakar

Hasil pengamatan waktu bakar (Lampiran 4) menunjukkan bahwa perlakuan penambahan volume air pencucian memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap waktu bakar lilin lebah *Apis cerana*. Adapun rata-rata waktu bakar lilin lebah ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil analisis uji waktu bakar lilin lebah

Perlakuan	Waktu bakar (menit/cm ³)
	Rataan
P1	4,39 ^a ±0,47
P2	2,59 ^a ±0,60
P3	10,72 ^b ±0,85
P4	11,89 ^b ±1,27

Keterangan: ^{a,b} superskrip yang berbeda pada kolom menunjukkan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Tabel 7 menunjukkan bahwa semakin banyak volume air pencucian maka semakin bersih lilin yang didapatkan sehingga mempengaruhi waktu bakar lilin. Pada P2 terjadi penurunan waktu dikarenakan lilin yang didapatkan tercampur dengan banyak kotoran, tali sumbu yang terlalu pendek dan tidak ditengah. Tali sumbu sangat mempengaruhi waktu bakar. Api yang menyala berwarna kuning seperti lilin pada umumnya dan menghasilkan aroma khas seperti aroma tumbuh-tumbuhan. Lilin yang

berasal dari lebah *Apis cerana* lebih tahan lama dalam kemampuan bakar dibandingkan dengan lilin lebah *Apis mellifera*.

Warna asap pada lilin yang dibakar tidak berwarna hitam. Hal ini sesuai dengan pendapat Veronika (2017) yang menyatakan lilin lebah merupakan lilin organik karena tidak mengeluarkan asap hitam, aman bagi penderita asma, ramah lingkungan dan mengeluarkan bau khas beraroma tanam-tanaman. Aroma yang dikeluarkan juga adanya pengaruh dari ester. Banyak ester memiliki bau seperti bau buah-buahan sehingga banyak senyawanya dijadikan perasa dan aroma buatan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Anonim² (2018) bahwa jumlah monoester sebanyak 45 sampai 55%, di- dan kompleks ster sebanyak 8 sampai 12%. Api yang dihasilkan dari lilin lebah berasal dari kandungan alkohol dan hidrokarbon yang terdapat didalam lilin lebah. Menurut Junus (2017) kandungan alkohol dalam lilin lebah sebanyak 31% dan hidrokarbon 16% hal inilah yang menjadi sumber api dalam lilin lebah. Menurut Turnip (2003) Lilin adalah padatan parafin yang ditengahnya diberi sumbu tali untuk menyalakan api. Parafin padat adalah bahan baku penyusun lilin yang merupakan suatu campuran hidrokarbon. Parafin dapat berbentuk gas tidak berwarna, cairan putih atau bentuk padat dengan titik cair rendah. Menurut Subagyo (2015) Api dapat dijelaskan sebagai hasil reaksi cepat dari material terbakar, oksigen dan energi awal. Ketiga unsur tersebut merupakan unsur yang membentuk api. Komposisi dari ketiga unsur ini yang akan menentukan tahapan proses terjadinya pembakaran langsung. Lilin adalah senyawa ester yang dibentuk oleh alkohol berantai

panjang dan asam lemak berantai panjang. Sumber api terbagi menjadi tiga yaitu gas, cairan dan padat. Volume air pencucian mempengaruhi waktu bakar lilin karena komponen penyusun lilin ikut berubah. Waktu bakar dengan kadar lemak saling berhubungan dikarenakan lilin termasuk lemak hewan. Lemak dapat terbakar karena penyusun utamanya adalah atom C (karbon). Kandungan air yang banyak didalam lilin (lemak) akan menghidrolisis lemak sehingga akan mengubah lemak menjadi asam lemak bebas dan gliserol. Asam karboksilat ini juga disebut asam lemak yang mempunyai rantai hidrokarbon yang panjang dan tidak cabang. Hal ini yang menyebabkan lilin dapat terbakar dan komponen-komponen lain seperti alkohol dan hidrokarbon yang mudah terbakar. Semakin bersih lilin yang dihasilkan maka daya bakar lilin akan semakin lama.

4.4 Uji Kadar Air

Hasil pengamatan uji kadar air (Lampiran 5) menunjukkan bahwa perlakuan penambahan volume air pencucian tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P>0,05$) terhadap nilai kadar air lilin lebah *Apis cerana*. Adapun rata-rata kadar air lilin lebah ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil analisis uji kadar air lilin lebah

Perlakuan	Kadar air (%)
	Rataan
P1	$64 \pm 8,98$
P2	$49,25 \pm 9,78$
P3	$48,5 \pm 8,50$
P4	$47,13 \pm 8,98$

Tabel 8 menunjukkan bahwa terjadinya penurunan nilai kadar air dari P1, P2, P3 dan P4. Air akan memisahkan lilin dan kotoran. Pada saat proses pemasakan sarang, air ikut menguap karena panas dari sarang. Kadar air yang tinggi disebabkan oleh metode pengeringannya. Pada saat lilin murni didapatkan dan dikeringkan tidak terlalu lama sehingga ketika dilakukan pengujian kadar air, air yang masih ada dipermukaan lilin ikut bersama lilin. Lilin lebah bersifat tidak larut dalam air dan tahan terhadap banyak asam. Menurut Bogdanov (2016) lilin lebah mengandung air sedikitnya kurang dari 1%. Menurut Kenya Standard (2013) bahwa lilin lebah mentah adalah lilin yang diperoleh dari sisir madu setelah madu dibersihkan dan dilakukan pelelehan, parutan, pengeluaran dan pencetakan dan yang dikatakan lilin lebah halus adalah lilin yang diperoleh setelah mengolah lilin lebah mentah untuk proses

pemurnian lebih lanjut dengan cara dilelehkan (biasanya menggunakan air panas atau dikukus) dan penyaringan lebih halus. Hal ini dapat menguatkan hipotesis jika lilin lebah tidak mengandung air. Air yang terbawa adalah air yang masuk kedalam kotoran (ampas sarang) yang ikut tercetak bersama lilin sehingga kandungan air dalam lilin menjadi tinggi. Kandungan air dalam lilin lebah dipengaruhi oleh madu karena madu adalah makanan utama yang dapat menghasilkan lilin. Menurut Nyunza (2018) faktor lingkungan dapat mempengaruhi produksi lilin. Curah hujan akan mempengaruhi perkembangan tanaman bunga sehingga dapat menghambat kelangsungan hidup dari koloni lebah madu. Hujan juga sebagai sumber air minum untuk lebah madu. Menurunnya curah hujan akan berdampak pada berkurangnya lebah madu untuk mencari nektar dan air, karena produksi madu yang rendah maka produksi lilin yang dihasilkan juga sedikit. Menurut Fatma, dkk (2017) Asal bunga tanaman mempengaruhi tingkat kadar air madu. Seperti madu randu memiliki ciri fisik lebih encer daripada madu yang bersumber dari bunga lain. madu randu pada dasarnya memiliki tingkat kadar air yang tinggi karena kemungkinan dipengaruhi oleh sumber asal nektar dan polen dari bunga randu. Pohon randu memiliki periode pembungaan (anthesis) nocturnal hanya akan berbunga dan banyak menyekresikan nektar mulai dari pukul 17:00-05:00. Lebah madu mengumpulkan nektar dari bunga randu pada pagi hari hingga menjelang tenggelamnya matahari sehingga nektar dan polen yang dikumpulkan oleh lebah memiliki kadar kelembapan tinggi karena pengaruh rendahnya temperatur dan tingginya kelembaban di malam hari. Menurut Koetz (2013) Waktu

ketika lebah madu mulai dan selesai mencari makan tergantung pada suhu lingkungan, kelembaban dan tingkat cahaya serta ketersediaan sumber daya bunga. Secara umum *Apis cerana* cenderung mulai mencari makan lebih awal daripada *Apis mellifera* karena *Apis cerana* memerlukan suhu yang sedikit lebih rendah, intensitas cahaya dan tingkat radiasi matahari untuk memulai aktivitas. Hal ini menyebabkan kadar air dalam lilin lebah menjadi tinggi. Sarang *Apis cerana* yang dipakai berasal dari lebah yang ditenakkan dari bunga randu daerah Boyolali.

4.5 Uji Kadar Lemak

Hasil pengamatan uji kadar lemak (Lampiran 6) menunjukkan bahwa perlakuan penambahan volume air pencucian memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar lemak lilin lebah *Apis cerana*. Adapun rata-rata kadar lemak lilin lebah ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil analisis uji kadar lemak lilin lebah

Perlakuan	Variabel yang diamati
	Waktu bakar (menit/cm ³)
P1	87 ^a ±0,82
P2	87,75 ^a ±2,22
P3	88,75 ^a ±1,5
P4	92 ^{ab} ±2,94

Keterangan: ^{a,ab} superskrip yang berbeda pada kolom menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$)

Tabel 9 menunjukkan bahwa semakin banyak volume air maka semakin tinggi nilai kadar lemaknya.

Volume air pencucian mempengaruhi kadar lemak karena komponen penyusun lilin ikut berubah. Lilin termasuk lemak hewani sedangkan lemak dapat terbakar dikarenakan penyusun utamanya adalah atom C (karbon). Kandungan air yang banyak didalam lilin (lemak) akan menghidrolisis lemak sehingga akan mengubah lemak menjadi asam lemak bebas dan gliserol. Asam karboksilat ini juga disebut asam lemak yang mempunyai rantai hidrokarbon yang panjang dan tidak bercabang. Semakin banyak volume air untuk pencucian maka lilin yang didapatkan semakin murni dan akan mengubah susunan lemak menjadi asam lemak yang berantai panjang sehingga kadar lemak akan semakin besar.

Komponen utama dalam lilin lebah adalah lemak hal ini sesuai dengan pendapat Sarungallo, dkk (2002) yang menyatakan bahwa lilin lebah merupakan lemak hewani alami yang dapat digunakan sebagai bahan pengganti lemak dalam makanan. Menurut Junus (2017) lilin lebah tersusun dari asam lemak bebas sebanyak 31%. Asam lemak bebas merupakan penyusun dari lemak. Lilin lebah juga telah digunakan secara luas sebagai pengental dalam formulasi emulsi (baik minyak dalam air dan air dalam minyak) terutama dimana konsistensi tebal yang diinginkan seperti mentega atau krim karena asam lemak bebasnya, lilin lebah memiliki kemampuan untuk membentuk sabun in situ ketika dipanaskan dengan alas. Oleh karena itu fungsinya digandakan sebagai pengemulsi dan juga pengental.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pencucian lilin lebah menggunakan volume air yang berbeda dapat meningkatkan lamanya waktu bakar dan tingginya kadar lemak lilin.
2. Perlakuan terbaik yaitu dengan menggunakan sarang lebah 200 g dan pencucian menggunakan volume air sebesar 800 ml.

5.2 Saran

Perlu dilakukannya pengujian pengaruh volume pencucian dengan bahan pengencer selain air sehingga mungkin akan berpengaruh terhadap nilai fisikimia lilin lebah. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mencari nilai pH dari lilin lebah.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim¹. 2015. Kandungan Beeswax, Lilin Alami dengan Beragam Manfaat.
<https://www.biopolish.com/kandungan-beeswax-lilin-alami-dengan-beragam-manfaat-2254/> diakses pada tanggal 10 Juli 2018 pukul 12:03
- Anonim². 2018. <https://www.kosterkeunen.com/beeswax-back-to-basics/> diakses pada tanggal 10 Juli 2018 10:00
- Anonim³. 2018. *Apis cerana* honeybees (Ligwan).
<http://beephilippines.info/apis-cerana-honeybees/> diakses pada tanggal 20 Juli 2018 pukul 00:45
- Agussalim., A, Agus., N, Umami dan I.G.S. Budisatria. 2017. Variasi Jenis Tanaman Pakan Lebah Madu Sumber Nektar Dan Polen Berdasarkan Ketinggian Tempat Di Yogyakarta. Buletin Peternakan 41 (4): 448-460
- AOAC. 1995. Official Method of Analysis Association of Analytical Chemist. Washington D.C
- Apiari Pramuka. 2003. Pusat Perlebahan Apiari Pramuka Lebah Madu: Cara Beternak & Pemanfaatan. Jakarta: Panebar Swadaya
- Bogdanov, S. 2004. Beeswax: Quality Issues Today. Bee World 85 (3): 46-50

- Bogdanov, S. 2016. Beeswax: Production, Properties Composition and Control. Switzerland: Bee Product Science
- Buchwald, R., M.D, Breed., A.R, Greenberg and G, Otis. 2006. Interspecific Variation in Beeswax as a Biological Construction Material. The Journal of Experimental Biology 209, 3984-3989
- Carillo, M.P., S.M, Kadri., N, Veiga and R.O, Orsi. 2016. Energetic feedings influence beeswax production by *Apis mellifera* L. Acta Scientiarum honeybee, Universidade Estadual Paulista.
- Cramp, D. 2008. A Practical Manual of Beekeeping. Deer Park Productions. Oxford
- Diao, Q., L, Sun., H, Zheng., Z, Zeng., S, Wang., S, Xu., H, Zheng., Y Chen., Y, Shi., Y, Wang., F, Meng., Q, Sang., L, Cao., F, Liu., Y, Zhu., W, Li., Z, Li., C, Dai., M, Yang., S, Chen., R, Chen., S, Zhang., J.D, Evans., Q, Huang., J, Liu., F, Hu., S, Su and J, Wu. 2017. Genomic and transcriptomic analysis of the Asian Honeybee *Apis cerana* provides novel insights into honeybee biology. Scientific Reports 2018 8:822
- EFSA. 2007. Beeswax (E 901) As a Glazing Agent and as Carrier for Flavours Scientific Opinion of the Panel on Food additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food (AFC) (Question No EFSA-Q- 2006-021

Egelie, A. A., A.N, Mortensen., J.L, Gillett-Kaufman and J.D, Ellis. 2015. Common name: Asian honey bee (suggested common name) scientific name: *Apis cerana* Fabricius (Insecta: Hymenoptera: Apidae). University of Florida EENY-616

Fatimah, E., Adlhani dan D, Sandri. 2015. Pengaruh Pelilinan Lilin Lebah Terhadap Kualitas Buah Tomat (*Solanum lycopersicum*). Jurnal Teknologi Agro-Industri 1 (1): 1-6

Fratini, F., G, Cilia., B, Turchi and A, Felicoli. 2016. Beeswax: A Minireview of its Antimicrobial Activity and its Application in Medicine. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine 9 (9): 839-843

Gulendra. 2010. Pengertian Warna dan Tekstur. [http://repo.isi-dps.ac.id/143/1/Pengertian Warna dan Tekstur.pdf](http://repo.isi-dps.ac.id/143/1/Pengertian_Warna_dan_Tekstur.pdf) diakses pada tanggal 18 Juli 2018

Hermayasari, A.D., E, Harlia dan E.T, Marlina. 2015. Pengaruh sarang lebah sebagai *edible coating* pada dendeng sapi giling terhadap jumlah bakteri total dan *Staphylococcus aureus*. Jurnal Universitas Padjajaran 4 (4): 1-8

Jumin, H.B. 2010. Dasar-dasar Agronomi Edisi Revisi. Jakarta: Rajawali Pers

Junus, M. 2017. Produksi Lebah Madu. Malang: UB Press

- Kaasai, M.R. 2013. Use of water Properties in Food Technology: A Global View. International Journal of Food Properties, 17:5, 1034-1054
- Kameda, T. 2004. Molecular Structure of Crude Beeswax Studied by Solid-State ^{13}C NMR. Journal of Insect Science, 4:29
- Kenya Standard. 2013. Specification for Natural Beeswax. Kenya Bureau of Standards (KEBS)
- Koetz, A.H. 2013. Ecology, Behaviour and Control of *Apis cerana* with a Focus on Relevance to the Australian Incursion. Journal Insects (4): 558-592
- Kuznesof, P.M and D.B, Whitehouse. 2005. Beeswax. Chemical and Technical Assesment 65th JECFA
- Mashudi., K, Patra dan O, Suwanda. 1988. Lebah Madu & Madu Lebah Di Indonesia Tahun 2000. Jakarta: Pusat Apiari Pramuka
- Midayanto, D.N dan S.S, Yuwono. 2014. Penentuan Atribut Mutu Tekstur Tahu Untuk Direkomendasikan Sebagai Syarat Tambahan Dalam Standar Nasional Indonesia. Jurnal Pangan dan Agroindustri 2 (4): 259-267
- MSDS. 2008. Material Safety Data Sheet Beeswax. <https://fscimage.fishersci.com/msds/02556.htm> diakses pada tanggal 2 April 2018 15:00 WIB

- Nyunza, T.G. 2018. Development Full length Research Paper Anthropogenic and Climatic Factors Affecting Honey Production: The case of selected villages in Manyoni District. *Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable* 10(3): 45-57
- Rismunandar. 1986. *Berwiraswasta Dengan Beternak Lebah*. Bandung: CV. Sinar Baru Offset
- Sandri, D., Fatimah, E, Adlhani dan L, Erlinda. 2016. Optimasi Penambahan Minyak Atsiri Bunga Kamboja Terhadap Lilin Aromaterapi Dari Lilin Sarang Lebah. *Jurnal Teknologi Agro-Industri* 3 (1): 2407-4624
- Sani, R.N., F.C, Nisa., R.D, Andriani dan J,M. Maligan. 2014. Analisis Rendemen dan Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Mikroalga Laut *Tetraselmis chuli*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 2 (2): 121-126
- Sarungallo, Z.T, S.T, Soekarto dan S. Budijanto. 2002. Kajian Penurunan Titik Leleh Lilin Lebah (*Apis cerana*) Dalam Pembuatan Margarin Oles Rendah Kalori. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 13 (2): 157-164
- Sarwono, B. 2007. *Lebah Madu*. Jakarta Selatan: PT AgroMedia Pustaka
- SNI 06-0386-1989. Lilin penerangan, Mutu dan Cara Uji. Jakarta: Badan Standar Nasional

SNI 03-1971-1990. Metode Pengujian Kadar Air Agregat.
Jakarta: Badan Standar Nasional

SNI-06-6989.10-2004. Air dan air Limbah – Bagian 10:
Cara Uji Minyak dan Lemak Secara Gravimetri.
Jakarta: Badan Standar Nasional

SNI-01-2354.2-2006. Cara Uji Kimia - Bagian 2:
Penentuan Kadar Air Pada Produk Perikanan. Jakarta:
Badan Standar Nasional

SNI-01-2354.3-2006. Cara Uji Kimia – Bagian 3:
Penentuan Kadar Lemak Total Pada Produk Perikanan.
Jakarta: Badan Standar Nasional

Subagyo, A. 2015. Cuaca Panas Berpengaruh Terhadap
Terjadinya Kebakaran Di Perumahan Padat Penduduk.
Orbith 11 (3): 153-160

Sumopastowo, R.M dan R.A, Suprpto. 1980. Beternak
Lebah Madu Modern. Jakarta: Penerbit Bharatara
Karya Aksara

Steel, R. G dan J. H. Torrie. 2003. Prinsip dan Prosedur
Statistika, suatu Pendekatan Geometri. Jakarta:
Gramedia

Sylvi, D. 1997. Pengaruh Pemberian Lilin Lebah (Beewax)
Pada Minyak Goreng Terhadap Mutu Keripik Dari Dua
Jenis Kentang (*Solanum tuberosum*). Prosiding
Seminar Tek. Pangan

- Turnip, D.M.S. 2003. Perbedaan Komposisi Bahan Konsentrasi Dan Jenis Minyak Atsiri Pada Pembuatan Lilin Aromaterapi. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor
- Urquhart, K.M. 2018. The Beginning Beekeeper's "Super" Guide to Woodenware. <https://www.hobbyfarms.com/beginning-beekeepers-beekeeping-langstroth-hive/> (diakses pada tanggal 22 Juli 2018 pukul: 10:45 WIB)
- Veronika. 2017. Prospek Perkembangan Industri Lilin Lebah Di Kecamatan Gunung Sahilan Kabupaten Kampar. JOM Fekon 4 (1): 1059-1072
- Widiarti, G., M, Hanafi, dan W.P, Soewarso. 2009. Kajian Awal Sintesis Monolaurin sebagai Antibakteri *Staphylococcus aureus*. Indo. J. Chem, 9 (1), 99-106
- Wiyono, B. 1995. Pengaruh Jenis Pelarut Organik dan Umur Daun Pinus Terhadap Rendemen Lilin. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 13 (2): 52-59
- Yadeta, G.L. 2014. Beeswax production and marketing in Ethiopia: Challenges in value chain. Agriculture, Forestry and Fisheries 3(6): 447-451
- Yuliani, S., S, Usmiati dan N, Nurdjannah. 2005. Efektivitas Lilin Penolak Lalat (Repelen) Dengan Bahan Aktif Limbah Penyulingan Minyak Nilam. Jurnal Pascapanen 2(1): 1-10

Yuwono, S.S dan T, Susanto. 2001. Pengujian Fisik Pangan. Surabaya: UNESA University Press



LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Pengujian

1. Prosedur pengujian dalam uji Rendemen menurut AOAC (2005)

Metode yang digunakan untuk perhitungan rendemen berdasarkan persentase lilin yang terbentuk terhadap lilin awal. Perhitungan rendemen:

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Berat lilin yang terbentuk (g)}}{\text{Berat sarang}} \times 100\%$$

2. Prosedur pengujian tekstur dengan kuisisioner menurut Prasetyo dan Jannah (2006)

Kuisisioner adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawab. Kuisisioner yang digunakan oleh peneliti sebagai instrumen penelitian, metode yang digunakan adalah dengan kuisisioner tertutup. Instrumen kuisisioner harus diukur validitas dan reliabilitas datanya sehingga penelitian tersebut menghasilkan data yang valid dan reliable. Instrumen yang valid berarti instrumen tersebut dapat dipergunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur, sedangkan instrumen yang reliable adalah instrumen yang apabila digunakan beberapa kali untuk mengukur objek yang sama akan menghasilkan data yang sama pula. Instrumen yang digunakan untuk mengukur variabel penelitian dengan menggunakan skala hedonik 5 poin.

Jawaban responden berupa pilihan dari lima alternatif yang ada, yaitu:

1. 1: Sangat keras
2. 2: Keras
3. 3: Sedang
4. 4: Lunak
5. 5: Sangat lunak

Masing-masing jawaban memiliki nilai sebagai berikut:

1. Sangat keras : 1
2. Keras : 2
3. Sedang : 3
4. Lunak : 4
5. Sangat lunak : 5

3. **Prosedur pengujian dalam uji waktu bakar menurut Turnip (2003)**

Lilin diukur sama rata dengan tinggi 1 cm kemudian lilin diletakkan diatas plastik mika sebagai alas dan dibakar secara bersama-sama.

Waktu penghitungan dengan menggunakan *stopwatch*. Rumus perhitungan waktu bakar adalah Waktu bakar: *waktu awal pembakaran – waktu saat sumbu lilin habis terbakar (api padam)*

4. **Prosedur uji Kadar Air menurut AOAC (1995)**

- Sebanyak 2 gram sampel ditimbang secara teliti dalam cawan alumunium yang telah dikeringkan dan diketahui bobotnya

- Cawan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105-110°C selama tiga jam
- Cawan dikeluarkan dan didinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang
- Pengeringan dilanjutkan lagi dan setiap setengah jam didinginkan dan ditimbang sampai diperoleh bobot yang konstan
- Kadar air dihitung dengan persamaan berikut:

Kadar air =

$$\frac{\text{Bobot Awal} - \text{Bobot Konstan}}{\text{Bobot Awal}} \times 100\%$$

5. **Prosedur uji Kadar Lemak menurut AOAC (1985)**

- Sebanyak 5 gram sampel diekstraksi dengan pelarut petroleum eter dalam alat *Soxhlet* selama kurang lebih 6 jam
- Hasil ekstraksi diuapkan pelarutnya dengan cara oven, kemudian labu yang berisi lemak dipanaskan dalam oven bersuhu 105°C sampai diperoleh berat yang tetap. Berat lemak dapat diitung sebagai berikut:
- Kadar lemak = $\frac{\text{berat lemak (gram)}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$

Lampiran 2. Perhitungan statistik rendemen lilin

Tabel hasil pengamatan uji rendemen

Perlakuan	U1	U2	U3	U4	Total	Rata-rata	SD
P1	4,5	13,5	13,5	5	36,5	9,125	5,06
P2	4	14	14	19,5	51,5	12,875	6,46
P3	13	10,5	18	19,5	61	15,25	4,21
P4	16,5	11,5	15	16,5	59,5	14,875	2,36
Total	38	49,5	60,5	60,5	208,5	52,125	

Analisis Ragam:

$$\text{FK} = \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{t \times r}$$

$$= \frac{(208,5)^2}{4 \times 4}$$

$$= 2717,016$$

$$\text{JK}_{\text{Total}} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \text{FK}$$

$$= (4,5^2 + 13,5^2 + \dots + 59,5^2) - 2717,016$$

$$= 366,23$$

$$\text{JK}_{\text{Perlakuan}} = \frac{\sum_{j=1}^r (\sum_{i=1}^t Y_{ij})^2}{r} - \text{FK}$$

$$= \frac{((36,5^2) + (51,5^2) + \dots + (59,5^2))}{4} - 2717,016$$

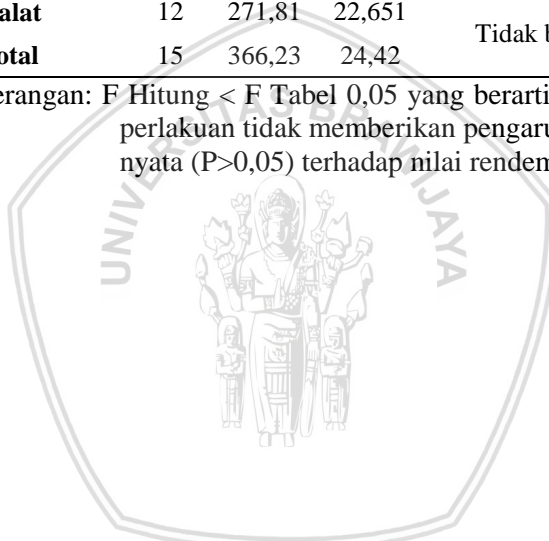
$$= 94,422$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{JK_{Galat}} &= \mathbf{JKT - JKP} \\
 &= 366,23 - 94,422 \\
 &= 271,81
 \end{aligned}$$

Tabel analisis ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel (5%)	F Tabel (1%)
Perlakuan	3	94,422	31,474	1,389515	3,49	5,95
Galat	12	271,81	22,651	Tidak berbeda nyata		
Total	15	366,23	24,42			

Keterangan: F Hitung < F Tabel 0,05 yang berarti bahwa perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P > 0,05$) terhadap nilai rendemen



Lampiran 3. Perhitungan statistik tekstur lilin

Tabel hasil pengamatan uji tekstur

Perlakuan	U1	U2	U3	U4	Total	Rata-rata	SD
P1	3,03	3,28	2,64	2,47	11,42	2,85	0,37
P2	2,61	3,03	2,86	3,22	11,72	2,93	0,26
P3	2,14	3,06	1,92	2,42	9,53	2,38	0,49
P4	2,61	1,25	2,17	2,58	9,61	2,40	0,23
Total	10,39	11,61	9,58	10,69	42,28	10,57	0,84

Analisis ragam:

$$\begin{aligned}
 \text{FK} &= \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{t \times r} \\
 &= \frac{(42,28)^2}{4 \times 4} \\
 &= 111,7249 \\
 \text{JK}_{\text{Total}} &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \text{FK} \\
 &= (3,03^2 + 3,28^2 + \dots + 2,58^2) - 111,7249 \\
 &= 2,50135
 \end{aligned}$$

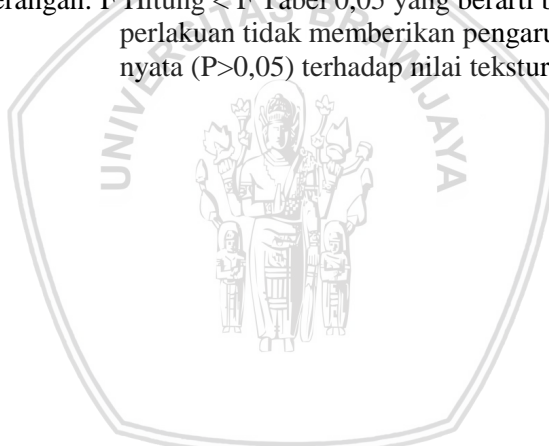
$$\begin{aligned}
 \text{JK}_{\text{Perlakuan}} &= \frac{\sum_{j=1}^r (\sum_{i=1}^t Y_{ij})^2}{r} - \text{FK} \\
 &= \frac{((11,42^2) + (11,72^2) + \dots + (9,61^2))}{4} - 111,7249 \\
 &= 1,013481
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{Galat}} &= JKT - JKP \\
 &= 2,50135 - 1,013481 \\
 &= 1,489587
 \end{aligned}$$

Tabel analisis ragam

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F Tabel (5%)	F Tabel (1%)
Perlakuan	3	1,013481	0,337827	2,721508	3,49	5,95
Galat	12	1,489587	0,124132	Tidak berbeda nyata		
Total	15	2,503068	0,166871			

Keterangan: F Hitung < F Tabel 0,05 yang berarti bahwa perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P > 0,05$) terhadap nilai tekstur



Lampiran 4. Perhitungan statistik waktu bakar lilin

Tingg lilin (t) : 1 cm
 Diameter lilin (d) : 4 cm
 Jari-jari lilin (r) : 2 cm
 Volume lilin : $\pi r^2 \times t$
 : $\frac{22}{7} \times (2)^2 \times 1$
 : 12,57 cm³

Tabel hasil pengamatan uji waktu bakar

Perlakuan	U1	U2	U3	U4	Total	Rata-rata	SD
P1	4,45	4,53	3,74	4,85	17,57	4,39	0,47
P2	2,63	2,78	3,18	1,75	10,34	2,59	0,60
P3	9,47	10,98	11,14	11,3	42,89	10,72	0,85
P4	12,97	10,1	12,57	11,93	47,57	11,89	1,27
Total	29,52	28,39	30,63	29,83	118,37	29,5925	

Analisis Ragam:

$$\begin{aligned}
 \text{FK} &= \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{t \times r} \\
 &= \frac{(118,37)^2}{4 \times 4} \\
 &= 875,7160563
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK}_{\text{Total}} &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \text{FK} \\
 &= (4,45^2 + 4,53^2 + \dots + 11,93^2) - 875,7160563 \\
 &= 262,53
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{JK}_{\text{Perlakuan}} &= \frac{\sum_{j=1}^r (\sum_{i=1}^t Y_{ij})^2}{r} - \mathbf{FK} \\
 &= \frac{((17,57^2) + (10,34^2) + \dots + (47,57^2))}{4} - 875,716 \\
 &0563 \\
 &= 253,803
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{JK}_{\text{Galat}} &= \mathbf{JKT} - \mathbf{JKP} \\
 &= 262,53 - 253,803 \\
 &= 8,725925
 \end{aligned}$$

Tabel analisis ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel (5%)	F Tabel (1%)
Perlakuan	3	253,803	84,60110	116,3444878	3,49	5,95
Galat	12	8,725925	0,727160	Sangat berbeda nyata		
Total	15	262,53	17,50194			

Keterangan: F Hitung > F Tabel 0,01 yang berarti bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai waktu bakar

Uji Jarak Berganda Duncan

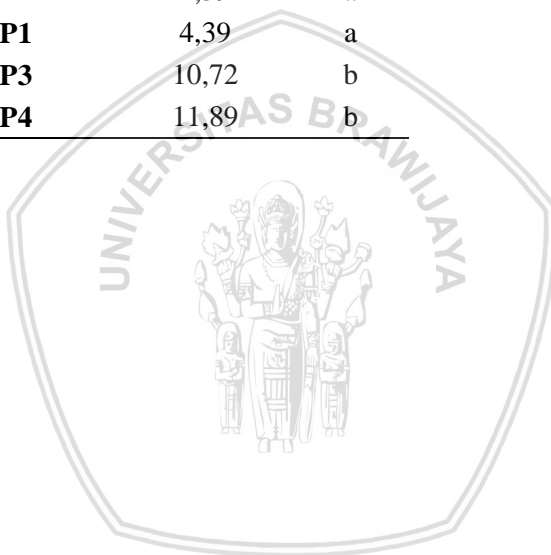
$$\begin{aligned}
 \mathbf{SE} &= \sqrt{\frac{\mathbf{KT Galat}}{r}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,727160417}{4}} \\
 &= 0,43
 \end{aligned}$$

Tabel nilai kritis UJBD 1%

P	2	3	4	5
Nilai JND 1%	4,32	4,504	4,622	4,705
Nilai JNT 1%	1,841911952	1,920364	1,970675242	2,006063828

Tabel kodifikasi

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P2	2,59	a
P1	4,39	a
P3	10,72	b
P4	11,89	b



Lampiran 5. Perhitungan statistik kadar air lilin

Tabel hasil pengamatan uji kadar air

Perlakuan	U1	U2	U3	U4	Total	Rata-rata	SD
P1	75	51	70	65	256	64	8,98
P2	60	42	40	55	197	49,25	9,78
P3	60	40	49	45	194	48,5	8,50
P4	46,5	60	40,5	41,5	188,5	47,13	8,98
Total	241,5	188	199,5	206,5	835,5	208,88	

Analisis Ragam:

$$\mathbf{FK} = \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{t \times r}$$

$$= \frac{(835,5)^2}{4 \times 4}$$

$$= 43628,77$$

$$\mathbf{JK}_{\text{Total}} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \mathbf{FK}$$

$$= (75^2 + 51^2 + \dots + 41,5^2) - 43628,77$$

$$= 1736,98$$

$$\mathbf{JK}_{\text{Perlakuan}} = \frac{\sum_{j=1}^r (\sum_{i=1}^t Y_{ij})^2}{r} - \mathbf{FK}$$

$$= \frac{((256^2) + (197^2) + \dots + (188,5^2))}{4} - 43628,77$$

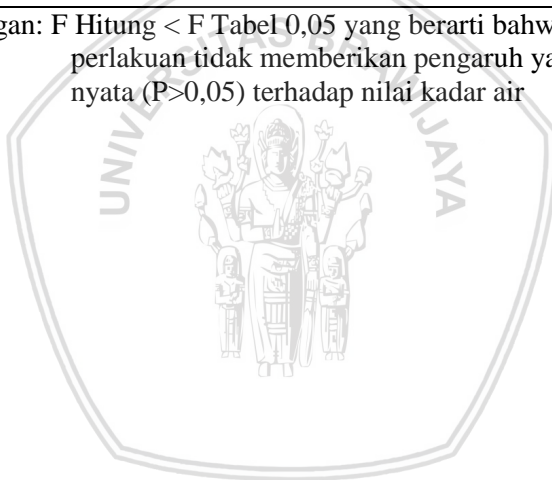
$$= 749,547$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{JK}_{\text{Galat}} &= \mathbf{JKT} - \mathbf{JKP} \\
 &= 1736,98 - 749,547 \\
 &= 987,4375
 \end{aligned}$$

Tabel analisis ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel (5%)	F Tabel (1%)
Perlakuan	3	749,547	249,849	3,0363314	3,49	5,95
Galat	12	987,4375	82,2865	Tidak berbeda nyata		
Total	15	1736,98	115,799			

Keterangan: F Hitung < F Tabel 0,05 yang berarti bahwa perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P > 0,05$) terhadap nilai kadar air



Lampiran 6. Perhitungan statistik kadar lemak lilin

Tabel hasil pengamatan uji kadar lemak

Perlakuan	U1	U2	U3	U4	Total	Rata-rata	SD
P1	87	87	88	86	348	87	0,816497
P2	85	87	89	90	351	87,75	2,217356
P3	88	87	90	90	355	88,75	1,5
P4	95	94	89	90	368	92	2,94392
Total	355	355	356	356	1422	355,5	

Analisis Ragam:

$$\begin{aligned}
 \text{FK} &= \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r y_{ij})^2}{t \times r} \\
 &= \frac{(1422)^2}{4 \times 4} \\
 &= 126380,3 \\
 \text{JK}_{\text{Total}} &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r y_{ij}^2 - \text{FK} \\
 &= (87^2 + 87^2 + \dots + 90^2) - 126380,3 \\
 &= 107,75 \\
 \text{JK}_{\text{Perlakuan}} &= \frac{\sum_{j=1}^r (\sum_{i=1}^t y_{ij})^2}{r} - \text{FK} \\
 &= \frac{((348^2) + (351^2) + \dots + (358^2))}{4} - 126380,3 \\
 &= 58,25
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{JK}_{\text{Galat}} &= \mathbf{JKT} - \mathbf{JKP} \\
 &= 107,75 - 58,25 \\
 &= 49,50
 \end{aligned}$$

Tabel analisis ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel (5%)	F Tabel (1%)
Perlakuan	3	58,25	19,41667	4,707071	3,49	5,95
Galat	12	49,50	4,125			
Total	15	107,75	7,183333			

Berbeda nyata

Keterangan: F Hitung > F Tabel 0,05 yang berarti perlakuan memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai kadar lemak

Uji Jarak Berganda Duncan

$$\begin{aligned}
 \mathbf{SE} &= \sqrt{\frac{\mathbf{KT Galat}}{r}} \\
 &= \sqrt{\frac{4,125}{4}} \\
 &= 1,015505
 \end{aligned}$$

Tabel nilai kritis UJBD 1%

P	2	3	4	5
Nilai JND 1%	4,32	4,504	4,622	4,705
Nilai JNT 1%	4,386981	4,573834	4,693663	4,77795

Tabel kodifikasi

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P1	87	a
P2	87,75	a
P3	88,75	a
P4	92	ab



Lampiran 7. Dokumentasi



a. Sarang lebah *Apis cerana*



b. Sarang ditimbang



c. Air dimasak sampai mendidih kemudian sarang dimasukkan



d. Sarang disaring dengan kain saring dan diperas.



- e. Lilin lebah yang berhasil ditampung f. Lilin dicetak



- g. Lilin dilihat oleh Prof. Junus h. Lilin menyala

Lampiran 8. Kuisioner

KUISIONER TEKSTUR PRODUK LILIN LEBAH

Nama :
NIP/NIM :
Universitas :
Status :
Umur :

Tekstur	Skala hedonik	Kode Produk																							
		12	21	24	30	22	18	03	08	94	25	49	48	38	36	37	14	11	95	74	23	85	07	83	88
Sangat keras	1																								
Keras	2																								
Sedang	3																								
Lunak	4																								
Sangat lunak	5																								

*NB : Beri tanda (v) pada jawaban yang menurut anda paling tepat.

KETERANGAN KODE PRODUK LILIN LEBAH

P0U1	= 12	P0U5	= 38
P1U1	= 21	P1U5	= 36
P2U1	= 24	P2U5	= 37
P0U2	= 30	P0U6	= 14
P1U2	= 22	P1U6	= 11
P2U2	= 18	P2U6	= 95
P0U3	= 03	P0U7	= 74
P1U3	= 08	P1U7	= 23
P2U3	= 94	P2U7	= 85
P0U4	= 25	P0U8	= 07
P1U4	= 49	P1U8	= 83
P2U4	= 48	P2U8	= 88

Lampiran 9. Kuisisioner Uji Tekstur

PANELIS	PERLAKUAN 1				PERLAKUAN 2				PERLAKUAN 3				PERLAKUAN 4			
	12	21	24	30	22	18	3	8	94	25	49	48	38	36	37	14
1	2	3	2	2	3	3	1	3	1	4	2	2	2	4	1	2
2	3	4	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3
3	4	4	4	3	4	3	3	3	2	4	2	3	3	4	3	3
4	4	3	1	2	1	3	2	4	2	4	2	2	1	3	2	4
5	5	5	2	3	3	4	4	2	2	3	1	2	1	4	1	4
6	2	3	2	3	2	3	2	3	3	2	3	2	2	3	1	3
7	4	4	2	2	2	3	2	4	1	4	1	2	1	4	1	2
8	2	2	3	3	2	2	2	3	2	3	3	2	2	3	1	2
9	3	4	3	3	3	4	3	4	1	4	1	3	4	1	1	2
10	2	2	3	3	3	2	3	3	3	4	4	4	4	3	3	4
11	4	4	2	2	2	3	2	4	1	4	1	2	1	1	4	2
12	1	4	3	3	2	3	3	2	2	3	1	2	1	1	3	1
13	4	4	3	3	2	2	5	3	3	4	4	4	1	1	1	4
14	4	5	2	2	2	1	3	3	3	2	2	1	1	2	4	2
15	5	5	4	4	3	5	5	4	3	5	3	3	1	4	5	4
16	2	3	4	2	3	4	3	3	2	3	2	3	2	2	4	2
17	5	5	3	3	3	4	4	4	2	4	2	3	2	3	4	3
18	3	4	3	2	3	4	2	2	2	3	2	2	2	3	4	3
19	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
20	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	3	1
21	4	5	3	3	4	2	3	4	2	3	2	3	4	2	1	3
22	3	4	5	4	4	5	4	4	3	3	2	2	4	2	3	4
23	2	2	1	1	3	4	5	3	3	2	2	1	4	2	1	2
24	2	3	2	2	2	3	3	3	2	2	1	1	4	1	1	1
25	5	2	3	2	3	3	2	4	1	3	1	3	4	1	1	2
26	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	3	3	2	2	2



27	2	3	1	2	3	4	2	4	2	3	2	2	3	2	1	2
28	3	3	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	3	2	2	2
29	5	5	4	4	5	4	5	4	3	4	2	4	5	3	1	3
30	2	2	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	2
31	3	3	2	2	2	3	3	3	2	2	1	2	4	2	2	2
32	2	2	3	2	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3	2
33	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	1	3	4	2	1	3
34	2	2	3	3	2	3	3	2	3	4	1	2	4	1	2	3
35	2	3	3	2	3	3	1	5	3	4	2	1	4	2	1	4
36	5	4	3	2	1	3	2	4	2	1	2	3	2	1	3	3
TOTAL	109	118	95	89	94	109	103	116	77	110	69	87	94	81	78	93

